Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Unidad de Posgrado

Modelo matemático para determinar el índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable – carretera de acceso a el pinar – tramo 0+840 a 0+980, localidad de Huaraz – Áncash

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Geología con mención en Geotecnia

AUTOR

Claudia Sofía TARAZONA RINCÓN

ASESOR

Víctor Abel TOLENTINO YPARRAGUIRRE

Lima, Perú

2017

Referencia bibliográfica

Tarazona, C. (2017). *Modelo matemático para determinar el índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable – carretera de acceso a el pinar – tramo 0+840 a 0+980, localidad de Huaraz – Áncash*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

1135

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

UNIDAD DE POSGRADO

«Año del Buen Servicio al Ciudadano»

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

12(R)
133
3pl.
122b

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos–Lima, a los veinticinco días del mes de agosto del 2017, siendo las 15:00 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 508/UPG-FIGMMG/2017 del 08 de agosto del 2017, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TITULO

«MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE INESTABILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LADERAS APROVECHABLES PARA TRANSPORTE CARROZABLE – CARRETERA DE ACCESO A EL PINAR – TRAMO 0 + 840 A 0 + 980, LOCALIDAD DE HUARAZ - ANCASH»

Que, presenta el Bach. **CLAUDIA SOFÍA TARAZONA RINCÓN**, para optar el **GRADO DE MAGÍSTER EN GEOLOGÍA CON MENCIÓN EN GEOTÉCNIA**.

El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente 05099-FIGMMG-2013 del 10 de julio del 2013, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento de los Estudios de Maestría».

Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

Aprobado (14)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO DE MAGÍSTER EN GEOLOGÍA CON MENCIÓN EN GEOTÉCNIA** al Bach. **CLAUDIA SOFÍA TARAZONA RINCÓN**.

Siendo las 16:00 horas, se dio por concluido al acto académico

MG. ENRIQUE GUADALUPE GÓMEZ
Presidente

DR. HUMBERTO IVÁN PEHOVAZ ÁLVAREZ
Secretario

MG. JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Miembro

MG. LLOYD WILLIAMS SOLÓRZANO POMA
Miembro

MG. VÍCTOR ABEL TOLENTINO YPARRAGUIRRE
Asesor

Dedicatoria:

A mis padres Aldo Dante y María Elena, con infinita gratitud por su permanente motivación durante el tiempo dedicado a la presente investigación y por inculcarme valores como la responsabilidad y la perseverancia; y a mis hermanos María Cristina y Aldo Sebastián por su cariño y comprensión.

AGRADECIMIENTO:

De manera especial, por su apoyo, enseñanza y concejos al Mg. Víctor Abel Tolentino Yparraguirre, así como a la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica por la atención cordial durante el desarrollo de la presente investigación.

Índice General

	Pág.
CARÁTULA	i
PÁGINA DE ACEPTACIÓN DE VEREDICTO DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Situación Problemática	2
1.2 Formulación del Problema	4
1.3 Justificación Teórica	4
1.4 Justificación Práctica	5
1.5 Objetivos	6
1.5.1 Objetivo General	6
1.5.2 objetivos específicos	6
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes de investigación	8
2.2 Bases Teóricas	13
2.3 Glosario de Términos	81

CAPITULO III: HIPÓTESIS 86

3.1 Hipótesis General 86

3.2 Hipótesis Específica 86

3.3 Identificación de variables 87

3.4 Operacionalización de variables 87

CAPITULO IV: METODOLOGÍA 90

4.1 Tipo y nivel de estudio 90

4.2 Diseño de la Investigación 90

4.3 Población y Muestra de la investigación 92

4.4 Técnicas e instrumentos de Investigación 94

4.5 Técnicas Estadísticas de Análisis y Procesamiento de Datos 94

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 100

5.1 Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados 100

5.2 Pruebas de Hipótesis 111

5.3 Presentación de Resultados 114

CONCLUSIONES 124

RECOMENDACIONES 129

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 131

ANEXOS 133

Lista de Tablas

		Pág.
Tabla N° 1	Glosario de nombres para la caracterización de movimientos de masa	43
Tabla N° 2	Velocidad de los Movimientos	46
Tabla N° 3	Tipología de suelos (SUCS)	55
Tabla N° 4	Correlación de Tipo de Suelos AASHTO - SUCS	56
Tabla N° 5	Cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total Mecánica de suelos	61
Tabla N° 6	Valores típicos de permeabilidad para suelos	64
Tabla N° 7	Clasificación Vehicular	70
Tabla N° 8	Pesos Vehiculares	71

Lista de figuras

		Pág.
Figura 1	Talud Artificial (Corte o relleno)	13
Figura 2	Ladera Natural	14
Figura 3	Esquema de factores de Inestabilidad	16
Figura 4	Nomenclatura de un deslizamiento	17
Figura 5	Tipos de movimientos	23
Figura 6	Caídos de bloques por gravedad en roca fracturada	24
Figura 7	Caídos de bloques rodando	24
Figura 8	Deslizamiento en suelos	26
Figura 9	Esquema de un proceso de reptación	28
Figura 10	Indicadores que indican la presencia de un movimiento superficial	29
Figura 11	Deslizamiento rotacional típico – Movimiento de las masas de tierra	31
Figura 12	Deslizamiento rotacional típico – Orientación de los árboles	31
Figura 13	Efectos de la estructura en la formación de deslizamientos a rotación	33
Figura 14	Deslizamiento de traslación en una vía	34
Figura 15	Esquema de un esparcimiento lateral	35
Figura 16	Flujos en diferentes velocidades	37
Figura 17	Flujo de rocas	38
Figura 18	Flujo de Escombros	38
Figura 19	Flujo de lodo	39
Figura 20	Flujo de Tierra	39

Figura 21	Avalancha en cause de río por acumulación de materiales producto de una gran cantidad de deslizamientos ocurridos en el momento de un sismo	42
Figura 22	Inclinaciones sencillas y múltiples	47
Figura 23	Equilibrio de Fuerzas en un deslizamiento producido	50
Figura 24	Falla de un Talud	51
Figura 25	Estructura de un Suelo Cohesivo	57
Figura 26	Prueba de permeabilidad bajo carga constante	66
Figura 27	Prueba de permeabilidad bajo carga variable	67
Figura 28	Patrón de Tendencia	79
Figura 29	Patrón de Desplazamiento	80
Figura 30	Patrón de Diente de Sierra	80
Figura 31	Ilustración de la Zona de Estudio	93
Figura 32	Distribución t-student	96
Figura 33	Distribución F de Fisher	97
Figura 34	Comportamiento del Contenido de Humedad	114
Figura 35	Comportamiento de la Permeabilidad	115
Figura 36	Comportamiento de la Densidad	115
Figura 37	Comportamiento de la Sobre carga	116
Figura 38	Resultado del Procesamiento Eviews 7	117
Figura 39	Datos empleados para el Procesamiento Eviews 7	118
Figura 40	Ilustración de Resultados Post Prueba	119
Figura 41	Resultados post prueba del Contenido de Humedad	120
Figura 42	Resultados post prueba de la Permeabilidad	121

Figura 43 Resultados post prueba de la Densidad 122

Figura 44 Resultados post prueba de la Sobrecarga 123

Resumen

Las laderas de material arcilloso, dadas sus características físicas, no permiten comportarse aceptablemente ante la acción de factores geodinámicos por el activamiento de fallas, presencia de humedad consecuencia de altas precipitaciones y escorrentías propias de la zona, generando inestabilidad en obras carrozables y riesgo a todo propósito socio-económico sobreviniente. Por lo mismo basado en la filosofía de la competencia técnica denominado *saber hacer*, expresada en la construcción de obras seguras, eficientes y duraderas, consecuentemente de desarrollo y seguro bienestar de la población, el presente trabajo de investigación encaja de sobremanera en dicho propósito, por ello la necesidad de cuantificar y definir las características de este tipo de suelos en la ladera en estudio, para así establecer una objetiva solución o mejora, traducida en la práctica en una evaluación eficaz del mismo, mediante un modelo matemático.

El presente trabajo de investigación, plantea obtener valores cuantitativos del índice de inestabilidad de laderas en suelos arcillosos mediante un modelo matemático basado en la regresión lineal múltiple que finalmente determine el desplazamiento de la ladera en estudio.

El ámbito de investigación o muestra correspondió al tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso a la Urbanización el Pinar, cuya información recolectada durante el periodo Enero y Diciembre 2015, generó 47 datos, de los cuales 15 datos finales correspondieron a la etapa experimental o de comprobación mediante el grupo control establecido. El modelo matemático se generó mediante aplicación del software Eviews 7, ecuación experimental resultante de ajuste lineal múltiple definida a través de la siguiente relación.

$$\boldsymbol{I} = -\mathbf{0.080227} + \mathbf{0.002389}(\boldsymbol{w}) + \mathbf{9.014148}(\boldsymbol{K}) + \mathbf{0.058063}\left(\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{\rho}}\right) - \mathbf{1.02}\boldsymbol{x}\mathbf{10^{-05}}(\boldsymbol{SC})$$

Obteniéndose mediante aplicación de la fórmula, un desplazamiento de la ladera en estudio, interpretada como **Desplazamiento Lento**.

Palabras Clave: *Modelo matemático, Índice de Inestabilidad, suelos arcillosos, factores geodinámicos, valores cuantitativos, etapa experimental, desplazamiento, Eviews 7.*

Abstract

The physical characteristics of the hillside of clay material do not allow to behave acceptably to the action of geodynamic factors by the activation of faults, presence of humidity as a result of high rainfall and runoff characteristic of the area, generating instability in road works and risk for all socio-economic purposes. By the same based on the philosophy of the technical competence denominated *know to do*, expressed in the construction of safe and efficient works, consequently of development and sure welfare of the population, the present research work fits in said purpose, for that reason the necessity to quantify and to define the characteristics of this type of soils in the hillside in study to establish an objective solution using a mathematical model.

The present research work proposes to obtain quantitative values of the instability index of hillside in clay soils using a mathematical model based on the multiple linear regression that finally determines the displacement of the hillside in study.

The sample of the investigation corresponded to the section 0 + 840 to 0+980 of the road of access to the urbanization El Pinar, whose data collected during the period from January to December 2015, generated 47 data, of which 15 final data corresponded to the experimental or verification stage through the established control group. The mathematical model was generated by the application of the software Eviews 7, experimental equation resulting from multiple linear adjustment, defined through the following relationship.

$$\boldsymbol{I} = -\mathbf{0.080227} + \mathbf{0.002389}(\boldsymbol{w}) + \mathbf{9.014148}(\boldsymbol{K}) + \mathbf{0.058063}\left(\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{\rho}}\right) - \mathbf{1.02}\boldsymbol{x}\mathbf{10}^{-05}(\boldsymbol{SC})$$

Obtaining by means of the application of the formula, a displacement of the hillside in study, interpreted like **slow displacement.**

Key words: *Mathematical model, Instability Index, clay soils, geodynamic factors, quantitative variables, experimental stage, displacement, Eviews 7.*

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación denominado “Modelo Matemático para determinar el índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable – Carretera de acceso a El Pinar – Tramo 0+840 a 0+980, Localidad de Huaraz – Ancash”, pretende obtener valores cuantitativos del índice de inestabilidad de laderas de suelos arcillosos basados en monitoreos permanentes de las variables independientes consideradas en el modelamiento matemático obtenido a través del software Econometric Views 7 y poder conocer el desplazamiento de la ladera en estudio.

En el presente trabajo de investigación se ha considerado que las propiedades físicas de los suelos arcillosos, como el contenido de humedad, la permeabilidad, la densidad, así como las cargas externas que actúan sobre esta como la sobrecarga o carga de servicio, van a influir decisivamente en las condiciones de estabilidad de una ladera.

La forma $\boldsymbol{I} \rightarrow \boldsymbol{f}(\mathbf{w}, \mathbf{K}, \rho, SC)$**,** representa el origen del algoritmo de regresión lineal del modelo lineal antedicho. El contexto del análisis de regresión lineal, contempla el criterio de variación o no, del comportamiento de la variable dependiente (índice de inestabilidad) en referencia al comportamiento de las variables independientes participantes (contenido de humedad, permeabilidad, densidad y sobre carga), por tanto si el Índice de inestabilidad no varía o se mantiene constante, las variables independientes serán nulas y por tanto no habrá regresión, así mismo si el Índice de inestabilidad varía, las variables independientes no serán nulas y por tanto habrá regresión, basamento estadístico fundamental para probar las hipótesis formuladas, en concordancia a procedimientos establecidos de contrastación, previo análisis estadístico de supuestos aplicables a las variables independientes participantes y por bondad de ajuste de los coeficientes de regresión obtenidos, que permite la evaluación

de la ecuación lineal, traducida en lo bien que los resultados se ajustan a la regresión.

El software Economtric Views 7 permite calcular la forma funcional o modelo eficaz y eficientemente. El análisis estadístico, con fines de evaluación de los coeficientes del modelo lineal, promovido por el software da cuenta de un análisis sofisticado de bases de datos y consecuente generación de pronósticos y simulaciones eficientes. Consiguientemente la seguridad de la obtención de algoritmos o modelos lineales consistentes estadísticamente.

1.1. Situación Problemática

La localidad de Huaraz, se encuentra emplazada sobre terrenos conformados por terrazas fluviales, sedimentos fluvio-gravitacionales, depósitos de arcillas y arenas saturadas y depósitos aluviales, todos ellos a una elevación de 3050 m.s.n.m. Estos materiales han sido formados por acción torrencial, residuos de avalancha y residuos coluviales provenientes de las áreas más elevadas. El proceso de erosión, transporte y acumulación, combinado con la acción modeladora de los ríos Santa y Quilcay principal tributario de la cuenca, ha conferido la geomorfología característica de la ciudad de Huaraz.

La zona de estudio corresponde al tramo 0+840 a 0+980 de la Carretera de Acceso a la Urbanización El Pinar ubicado en el sector de Huanchac, al noreste del centro de Huaraz, el cual está conformado por material coluvial y concentraciones de arcilla producto del intemperismo de las rocas intrusivas, con alto contenido de silicatos y filosilicatos, de las partes más elevadas y acciones clásticas consecuencia de los ríos torrentosos y abundantes escorrentías, cuyas características no están permitiendo comportarse de una manera resistente a los agentes geodinámicos que ocurren, generando inestabilidad en la ladera, de igual manera, la

manifestación externa de los procesos está generando serias dificultades en la sostenibilidad del tránsito, fundamentalmente intransitabilidad en las vías e inseguridad física en las personas y vehículos que por ella transitan, por ello la necesidad de cuantificar estas características para así mismo poder establecer a futuro una solución o mejora a estos tipos de suelos para carreteras y de la eficacia de la evaluación mediante modelos matemáticos, determinar la solución técnica ingenieril a plantear.

El modelo matemático en este caso comprende una forma funcional lineal probabilística, algoritmo lineal típico, con capacidad para predecir resultados una vez determinado los coeficientes de ajuste bajo estrictos controles numéricos, con lo que se espera alcanzar la solución relacionada con la adecuada evaluación de esta ladera inestable.

Para el presente trabajo de investigación, se identificó las variables más significativas que inciden en la inestabilidad de los suelos arcillosos en este tramo de carretera, siendo estos los siguientes.

Variables Independientes:

w : Contenido de humedad

K : Permeabilidad

ρ : Densidad

SC : Sobrecarga

Variable Dependiente:

I : Índice de Inestabilidad

1.2. Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

- ¿Cuál será el índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable, aplicando Modelos Matemáticos?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál será el contenido de humedad de suelos arcillosos en el tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar?

2. ¿Cuál será la permeabilidad de suelos arcillosos en el tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar?

3. ¿Cuál será la densidad de suelos arcillosos en el tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar?

4. ¿Cuál será la sobrecarga en suelos arcillosos en el tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar?

5. ¿Cuáles serán los coeficientes de regresión del modelo matemático para la determinación del Índice de Inestabilidad de suelos arcillosos en el tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar?

1.3. Justificación teórica

Toda carretera se caracteriza por tener como riesgo principal el derrumbe de material, proveniente de los taludes, consiguientemente la ocurrencia de eventualidades por discontinuidad del servicio, transitabilidad y

serviciabilidad, factores que representan economía, por retrasos, pérdidas de valor de bienes y productos transportables, aislamiento de poblaciones, encarecimiento del costo de vida, etc. Consiguientemente la indiscutible importancia de asegurar la conservación de toda vía de transporte mediante el conocimiento del comportamiento de las laderas a través de la determinación del Índice de inestabilidad.

La evaluación de los taludes en toda obra de extensión vial de manera adecuada técnicamente, comprende el factor fundamental para la seguridad de su horizonte de servicio y seguridad de la población que transita por ella. Por tanto, toda gestión de conservación vial contempla la seguridad de la transitabilidad de la vía y correspondiente efecto social a favor de las poblaciones inmersas. Durante la operación de las vías carrozables, su conservación periódica (mantenimiento con equipo y maquinarias) comprende un costo equivalente a 10 veces más a su conservación rutinaria (mantenimiento manual), significa que del tratamiento a los taludes, previa evaluación adecuada menor serán las inversiones y menos complejos los planes de conservación vial relacionados con la operación de las vías.

1.4. Justificación práctica

Mediante la aplicación de modelos matemáticos, se puede determinar la estabilidad o inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable, teniendo en cuenta los factores internos y externos que influyen en su estabilidad.

El control del desplazamiento que presente las laderas en determinados tiempos, ayudarán a la toma de decisiones correctivas o preventivas, según sea el caso, evitando de esta manera pérdidas materiales o humanas.

En la localidad de Huaraz se cuenta con laderas aprovechables para transporte carrozables, de entre las cuales las más resaltantes son las siguientes.

- Carretera Huaraz – Casma. Carretera asfaltada de 2° Categoría de una longitud aproximada de 140.00 km.

- Carretera Caraz – Chuquicara. Carretera asfaltada de 2° Categoría de una longitud aproximada de 120.00 km.

- Carretera Carhuas – Chacas. Carretera asfaltada de 2° Categoría de una longitud aproximada de 80.00 km.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Proponer un Modelo Matemático para determinar el índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable, con la finalidad de minimizar los riesgos de derrumbes en las carreteras de la Localidad de Huaraz en la Región Ancash.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Determinar el contenido de humedad de suelos arcillosos en el tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar para mejorar su estabilidad.

2. Determinar la permeabilidad de suelos arcillosos en el tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar para mejorar su estabilidad.

3. Determinar la densidad de suelos arcillosos en el tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar para mejorar su estabilidad.

4. Determinar la sobrecarga en suelos arcillosos en el tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar para mejorar su estabilidad.

5. Procesar el software Eviews 7 para obtener los coeficientes de regresión del modelo matemático.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

Los suelos en la localidad de Huaraz ubicados en la zona Este, representan superficies inestables, consecuentemente la necesidad de desarrollar evaluaciones previas a su uso y aprovechamiento. La Cordillera Blanca, comprende una zona con material heterogéneo como consecuencia de deposiciones recientes, fenómenos de intemperismo y dinámica estructural por la presencia de fallas geológicas, propiciando material resultante generalmente suelto e irregular, causa principal de la probada inestabilidad de ciertos sectores de la zona.

Tanto por el aspecto de inversión, así como por las consecuencias derivadas de su falla, los taludes constituyen hoy una de las estructuras ingenieriles que exigen mayor cuidado por parte del proyectista. Con la expansión de las carreteras, provocaron los primero intentos para realizar un estudio racional en este campo, pero no fue sino hasta el advenimiento de la Mecánica de suelos cuando fue posible aplicar al diseño de taludes, normas y criterios.

La zona en estudio, corresponde a sector de Huanchac, localizado al Noreste de la localidad de Huaraz, cuya geodinámica representativa se ha visto acentuada a partir del año 2001, a través de la construcción de la carretera de 3.5 km de acceso a la Urbanización El Pinar, razón por la cual, luego de aproximadamente 01 año de servicio, se constató y evidenció movimientos y desplazamientos consecuencia del “activamiento” de la falla geológica tipo rotación con incidencia en el tramo 0+840 a 0+980, circunstancia que propició la construcción de obras de mitigación (muro de contención semirrígido o gavión escalonado de 70.00 ml y 10.50 m de altura, complementado por un recubrimiento de la ladera actuante

equivalente a 600.00 m2 con geomembrana anclada en sus extremos), en la actualidad se evidencia la persistencia de la geodinámica, generando un evidente riesgo para la operatividad de la carretera y entorno social influible, consiguientemente cabe destacar que se “subestimó” el evento, es decir la planificación de la Obra falló por falta de previsión, por ello referir de sobremanera la importancia que el presente modelo obtenido representa para toda previsión y eventualmente para la mitigación de ocurrencias, por cuanto en esto último (conocido el parámetro carga o solicitación, a partir del desplazamiento cuantificado) permitirá el eficiente diseño de obras de restauración y remediación renovables en el tiempo y el sobreviniente costo que ello representa.

Boton G. Carlos (2007). Modelación Micromecánica para suelos arcillosos. Sostiene que los modelos más usados se fundamentan en el análisis de medios continuos y aunque muchos de estos modelos ofrecen un grado de aproximación al comportamiento real muy satisfactorio, es necesario ir más allá de estos análisis y para lograr esto se debe hacer uso de técnicas y leyes para medios discretos. Luego de los cálculos correspondientes mediante el YADE (herramienta computacional), concluyendo que en la técnica de la micromecánica de los elementos discretos en modelaciones de suelos arcillosos, las fuerzas electroquímicas producidas por la interacción partículas-fluidos, son igual de relevantes que las fuerzas producidas por la interacción mecánica**.** [(1)]

Ruano L. Denis (2012). Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Arenas Volcánicas y Cal Viva. Sostiene que se requería evaluar el comportamiento de las arenas de origen volcánico y el de la cal viva en la estabilidad de suelos cohesivos ya que las estabilizaciones de suelos en Guatemala son muy comunes. Las diferentes estabilizaciones que se realizaron en el centro de investigaciones de la universidad, demuestran que se puede utilizar estas arenas de origen volcánicas combinadas con un 10% de cal viva para poder lograr estabilizaciones de varios valores

según las necesidades que requiera el constructor tomando como referencias las curvas realizadas con los resultados.[22]

Bravo L. Álvaro (2007). Influencia de la forma de las partículas en el comportamiento geomecánico de materiales granulares, densos, secos. Menciona que los elementos discretos han sido utilizados para estudiar la respuesta mecánica de materiales granulares. A diferencia de las investigaciones realizadas, ésta presenta el estudio de la influencia en el comportamiento geomecánico de la forma de las partículas de un medio granular, denso, seco, sometido a una carga axial.

Las muestras a simular están conformadas por 400 partículas de forma poligonal. El estudio de la influencia de la forma de las partículas en el comportamiento esfuerzo – deformación del material se realiza analizando resultados obtenidos de simulaciones de ensayos biaxiales.
Los resultados obtenidos demuestran que el comportamiento esfuerzo – deformación de medios reales con características similares a las de las simulaciones es afectado de acuerdo a la forma predominante de las partículas que lo conforman y la carga axial a la que es sometida.[3]

Muñiz J. Jesús (2009). Inestabilidad de Laderas en la zona de montaña de la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco. Sostiene que la zona montañosa es el origen de importantes deslizamientos y flujos de detritos que han sido causa de significativas pérdidas materiales y humanas.
Se propuso un método basado en el análisis heurístico y evaluación multicriterio donde se contempló causas que condicionan y desencadenan la inestabilidad de laderas. Al final de la investigación dio forma a un mapa detallado que indica niveles de susceptibilidad, que es el primero en su tipo para esta zona en donde el 63.25% presenta problemas por inestabilidad de laderas y más de la mitad de la superficie donde se

proyecta el crecimiento de la ciudad presentó grados de susceptibilidad de media a muy alta.[18]

XuHongwu (2011). Cálculo de Estabilidad de Taludes de Suelos y aplicación de su fiabilidad. Menciona que el análisis involucra varios campos de la ingeniería, con el desarrollo de la infraestructura, los problemas de pendiente encuentran cada vez más prominente, especialmente en condiciones geológicas complejas, talud artificial y el medio ambiente natural es más grave en las zonas de ladera, un problema pendiente es particularmente prominente. Con el rápido desarrollo de la construcción, de la ciencia y la tecnología, nuevas tecnologías, nuevos métodos, nuevas teorías, nuevo material para un flujo constante de tratamiento entre Slope, estabilidad de taludes como uno de los tres clásicos problemas de mecánica de suelos Hemos hecho grandes progresos. Análisis de incertidumbre Basado en una amplia literatura, la manera más sistemática posible resumir los métodos de análisis deterministas de análisis de estabilidad de taludes y el método de análisis de incertidumbre, sobre la base de la creación de la estabilidad de taludes método slice equilibrio límite en Bishop métodos, y el uso de una simulación de Monte Carlo del programa MATLAB para lograr, para la distribución de los parámetros del suelo indicadores fiables de los efectos de simulación. La variabilidad de los parámetros del suelo tiene un gran impacto en el índice de fiabilidad; la distribución de los parámetros del suelo ayuda a obtener el factor de seguridad estándar de la distribución normal logarítmica normal o mostraron una distribución normal. [24]

Granados L. Alan (2006). Estabilización del Talud de la Costa Verde en la zona del Distrito de Barranco. Menciona que el análisis y diseño de ingeniería, así como el presupuesto de una solución para estabilizar, bajo las condiciones críticas de un sismo, un tramo representativo de 560 metros de longitud del talud de la Costa Verde, ubicado en el distrito de

Barranco y medidos en la dirección de la vía costanera, aproximadamente entre ‘la bajada de los baños’ y ‘Armendáriz.

Esta tesis demuestra que el tramo en estudio fallaría en condiciones sísmicas importantes (aceleraciones de suelo mayores a 0.27g), poniendo en grave peligro vidas humanas y propiedades privadas que recientemente están siendo construidas a 20m del pie del talud, por lo que es necesario proponer soluciones de estabilización del talud de la Costa Verde en las zonas que lo requieran luego de un estudio profundo.

La propuesta corresponde a un movimiento masivo de tierras (reducción de la pendiente y por lo tanto aumento del Factor de Seguridad) para la estabilidad global y posteriormente la utilización de Geomallas y Geomantos que ayudarán a la vegetalización de la zona mediante la siembra de césped en semilla sobre una capa de suelo vegetal que será colocado sobre el conglomerado. [(9)]

Pacheco Z. Arturo (2006). Estabilización del talud de la Costa Verde en la zona del distrito de San Isidro. Menciona que en base a este análisis de estabilidad de taludes, se pretende establecer soluciones para los problemas de este tramo específico. Para lograr hacer una correcta evaluación de la problemática de la zona en estudio se ha hecho una recopilación de información topográfica, geológica y geomorfológica que permita modelar de manera certera el talud en estudio. Para lograr este objetivo se ha utilizado el programa de computación SLOPE/W y el programa de análisis de caída de piedras CRSP. Además, se ha realizado un trabajo de campo para determinar mediante un catálogo de fallas los diversos problemas encontrados en la zona de estudio y las zonas más críticas donde se encuentran estos problemas. Una vez concluido el análisis de la problemática de la zona se procede a realizar un análisis de las posibles alternativas de solución que se pueden aplicar para lograr una correcta estabilización del talud. Las soluciones analizadas son tres tipos de muros de contención, a los cuales se les ha hecho una descripción

detallada de su procedimiento constructivo, diseño estructural, análisis de precios unitarios y presupuesto. [19]

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Taludes

Se entiende por Talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. Cuando el Talud se produce de forma natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural o simplemente ladera. Cuando los taludes son hechos por el hombre se denominan cortes o taludes artificiales.

En los trabajos de ingeniería es necesario utilizar el suelo en forma de talud como parte de la obra. Tal es el caso de terraplenes en caminos viales, en presas de tierra, canales, etc.; donde se requiere estudiar la estabilidad del talud. [6]

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural (Figura 1) y talud cuando se conformó artificialmente (Figura 2). [10]

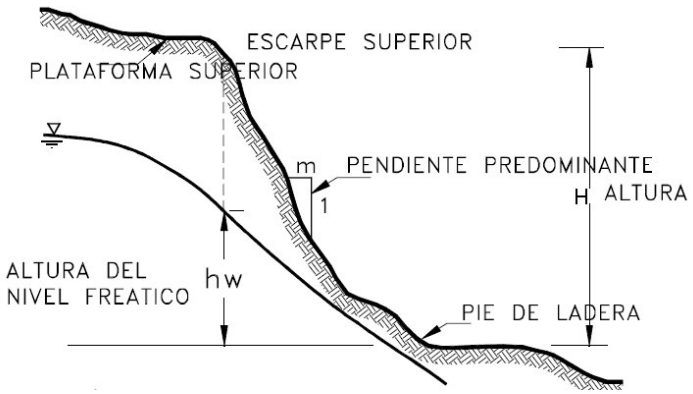


Figura 1. **Ladera Natural.** De Matteis, A. (2003)

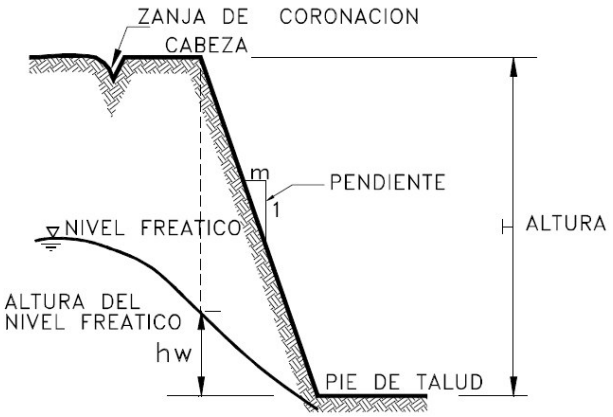


Figura 2. **Talud Artificial (Corte o relleno).** De Matteis, A. (2003)

En el talud o ladera se definen los siguientes elementos constitutivos:

- ***Altura.*** Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.

- ***Pie.*** Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.

- ***Cabeza o escarpe.*** Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior.

- ***Altura de nivel freático.*** Distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida de bajo de la cabeza.

- ***Pendiente.*** Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m/1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Existen, además, otros factores topográficos que se requiere definir como son longitud, convexidad (vertical), curvatura (horizontal) y área de cuenca de drenaje, los cuales pueden tener influencia sobre el comportamiento geotécnico del talud. [10]

2.2.2 Estabilidad de Laderas

Se entiende por estabilidad a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento. Toda ladera está influenciada por la gravedad y puede ser modificada por movimientos en masa ladera abajo. La inestabilidad, se puede producir por un desnivel, que tiene lugar por diversas razones.

- Razones geológicas: laderas posiblemente inestables, orografía acusada, estratificación, meteorización, etc.
- Variación del nivel freático: situaciones estacionales, u obras realizadas por el hombre.

Las laderas además serán estables o inestables dependiendo de la resistencia del material del que estén compuestos, los empujes a los que son sometidos o las discontinuidades que presenten. [5]

2.2.2.1 Factores que rigen la Inestabilidad de laderas. Los procesos que ocasionan la inestabilidad de las laderas están determinados por dos tipos de factores; externos e internos.

- Los factores externos ocasionan un incremento en los esfuerzos o acciones que se dan en una ladera, es decir, producen una mayor concentración de las fuerzas motoras o actuantes, tales como vibraciones (movimientos sísmicos, explosiones), licuefacción, cambios climáticos, carga de servicio, entre otros.

- Los factores internos, reducen la resistencia de los materiales, es decir, disminuyen la concentración de las fuerzas resistentes, como consecuencia de las propiedades físicas y mecánicas del tipo de suelo. [7]

En la Figura 3, se aprecia la relación que existe entre las fuerzas que pueden originar que una ladera se vuelva inestable, “fuerzas motoras o actuantes”, y las fuerzas que se ejercen en el interior de la misma ladera, “fuerzas resistentes”, que la mantienen en equilibrio.

Figura 3. **Esquema de factores de Inestabilidad.** De Matteis, A. (2003)

Los problemas relacionados con la estabilidad de laderas naturales difieren radicalmente de los que se presentan en taludes artificiales. Dentro de éstos, deben verse como esencialmente distintos, los problemas de los cortes de laderas y los de los terraplenes. Las diferencias importantes radican, en primer lugar, en la naturaleza de los materiales involucrados y, en segundo, en todo un conjunto de circunstancias que dependen de cómo se formó la ladera y de su historia geológica, de las condiciones climáticas que primaron a lo largo de tal historia y de la influencia del hombre que ejerce en la actualidad o haya ejercido en el pasado.

Esta historia y génesis de formación de laderas y taludes, la historia de esfuerzos a que estuvieron sometidos y la influencia de condiciones climáticas o, en general, ambientales, definen aspectos tan importantes como configuración de los suelos y las rocas, o el flujo de las aguas subterráneas a través de los suelos que forman la ladera o el talud, el cual influye decisivamente en sus condiciones de estabilidad. [6]

2.2.2.2 Procesos de movimiento. Los procesos geotécnicos activos de los taludes y laderas corresponden generalmente, a movimientos hacia abajo y hacia afuera de los materiales que conforman un talud de roca, suelo natural o relleno, o una combinación de ellos.

Los movimientos ocurren generalmente, a lo largo de superficies de falla, por caída libre, movimientos de masa, erosión o flujos. Algunos segmentos del talud o ladera pueden moverse hacia arriba, mientras otros se mueven hacia abajo. En la Figura 4 se muestra un deslizamiento o movimiento en masa típico, con sus diversas partes cuya nomenclatura es la siguiente.[10]

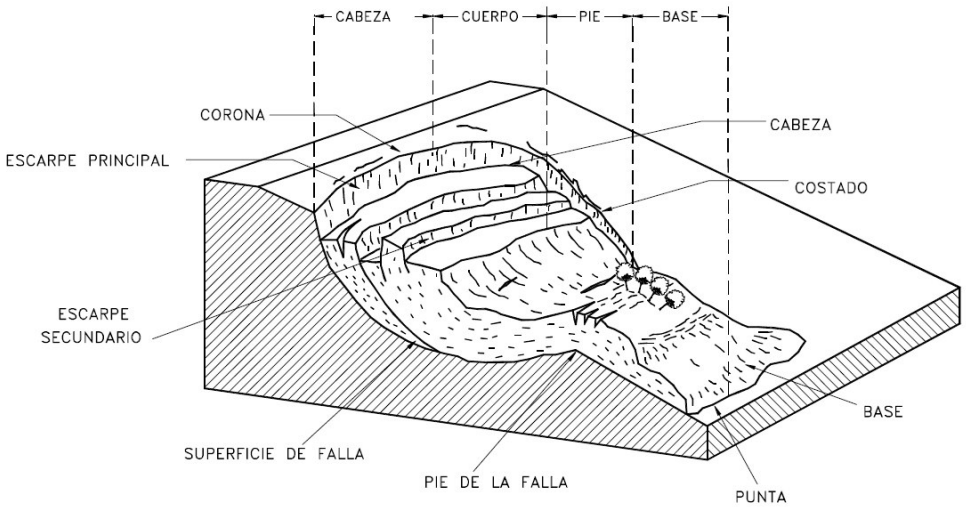


Figura 4. **Nomenclatura de un deslizamiento.** Hutchinson, J. (1968)

- ***Escarpe principal.*** Corresponde a una superficie muy inclinada a lo largo de la periferia del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material fuera del terreno original. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material forma la superficie de falla.

- ***Escarpe secundario.*** Una superficie muy inclinada producida por desplazamientos diferenciales dentro de la masa que se mueve.

- ***Cabeza.*** Las partes superiores del material que se mueve a lo largo del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

- ***Cima.*** El punto más alto del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

- ***Corona.*** El material que se encuentra en el sitio, prácticamente inalterado y adyacente a la parte más alta del escarpe principal.

- ***Superficie de falla.*** Corresponde al área debajo del movimiento que delimita el volumen de material desplazado. El volumen de suelo debajo de la superficie de falla no se mueve.

- ***Pie de la superficie de falla.*** La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.

- ***Base.*** El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.

- ***Punta o uña.*** El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.

- ***Costado o flanco.*** Un lado (perfil lateral) del movimiento. Superficie original del terreno. La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.

- ***Derecha e izquierda.*** Para describir un deslizamiento se prefiere usar la orientación geográfica, pero si se emplean las palabras derecha e izquierda debe referirse al deslizamiento observado desde la corona mirando hacia el pie.[10]

Los movimientos de masa en las laderas naturales pueden presentarse por dos factores.

- Factores Geomorfológicos, como la topografía de los alrededores del talud y la distribución de las discontinuidades y estratificaciones.

- Factores Internos. Como propiedades mecánicas y físicas del suelo, estados de esfuerzos cortantes, factores climáticos y presencia de agua superficial y subterránea. [16]

2.2.2.3 Factores Condicionantes. Los factores condicionantes vienen dados por las características resistentes de las laderas y por los esfuerzos que se generan en ellas, son prácticamente constantes, tales como tipo de material y estructura y permiten definir la susceptibilidad del terreno a los deslizamientos. Estos factores son los siguientes.[7]

- ***Factores Tectónicos.***
  - Tipos de Pliegues
    - Plegamiento solidario
    - Plegamiento con despegues entre capas
  - Tipos de fracturas
    - Fallas
      - Espejos
      - Brecha de falla
    - Diaclasas
      - Cerradas
      - Abiertas
      - Rellenas – cementadas

  - Relación pliegue – ladera en dirección y buzamiento (variación espacial)
    - Capas Horizontales
    - Capas inclinadas
      - Cuesta estructural
      - Talud estructural
    - Capas verticales

  - Relación fractura – ladera en dirección y buzamiento (continuidad espacial)
    - Capas horizontales (mantos de corrimiento)
    - Fracturas inclinadas
      - Coincidentes
      - En contrapendiente
    - Fracturas verticales
    - Combinaciones de familias – cuñas

- Efectos sísmicos
  - Licuefacción de suelos granulares
  - Aumento de la fracturación cortical

- Efectos diapíricos
  - Empujes verticales en zonas salinas

- ***Factores Climáticos***

  - Pluviometría
    - Distribución anual de las precipitaciones
    - Intensidad máxima
      - 24 horas
      - 12 horas
      - 3 horas

  - Ciclo humectación – Desecación del suelo
    - Depende además de la infiltración (según naturaleza y disposición del suelo) de la Eva transpiración potencial.
    - La Eva transpiración potencial depende de la temperatura media, insolación real del terreno, humedad relativa media del aire, contacto con el suelo y régimen de viento.

- ***Factores Topográficos***

  - Pendiente
    - Gradiente
      - Acantilado (>70°)
      - Muy fuerte (50° – 70°)
      - Fuerte (35° - 50°)

        - Media (20° - 35°)
        - Baja (5° - 20°)
        - Muy baja (<5°)

    - Forma
        - Uniforme
        - Variable (Escalonada, Cóncava, convexa, mixta)

    - Desarrollo
        - Continua
        - Discontinua

- Desnivel
    - Alto (>100m)
    - Medio (10 a 100m)
    - Bajo (<10m)

2.2.2.4 Factores Desencadenantes. Los factores desencadenantes producen variaciones en las características de las vertientes, así como en los esfuerzos que en ellas se generan, rompiendo el equilibrio estático existente entre ellas.

Los factores desencadenantes son modificables, tales como la pendiente, contenido de agua, y a su vez pueden ser de tipo natural (socavación por el agua encauzada, impregnación de los materiales por la lluvia, acción hielo-deshielo, crecimiento de la cobertura vegetal, actividad sísmica, etc.) o antrópico (excavaciones por obras civiles, voladuras, sobrecargas, repoblaciones, deforestación, cambios del suelo con incidencia en la infiltración, etc.).[7]

2.2.3 Clasificación de los Movimientos de Masa

Para la clasificación de los movimientos en masa se presenta el sistema propuesto originalmente por Varnes (1978), el cual tipifica los principales tipos de movimiento. Algunos de estos movimientos están incluidos en la clasificación de los procesos de deterioro previos a un deslizamiento y es difícil identificar cuando son procesos de deterioro y cuando son componentes principales del movimiento del talud. [10]

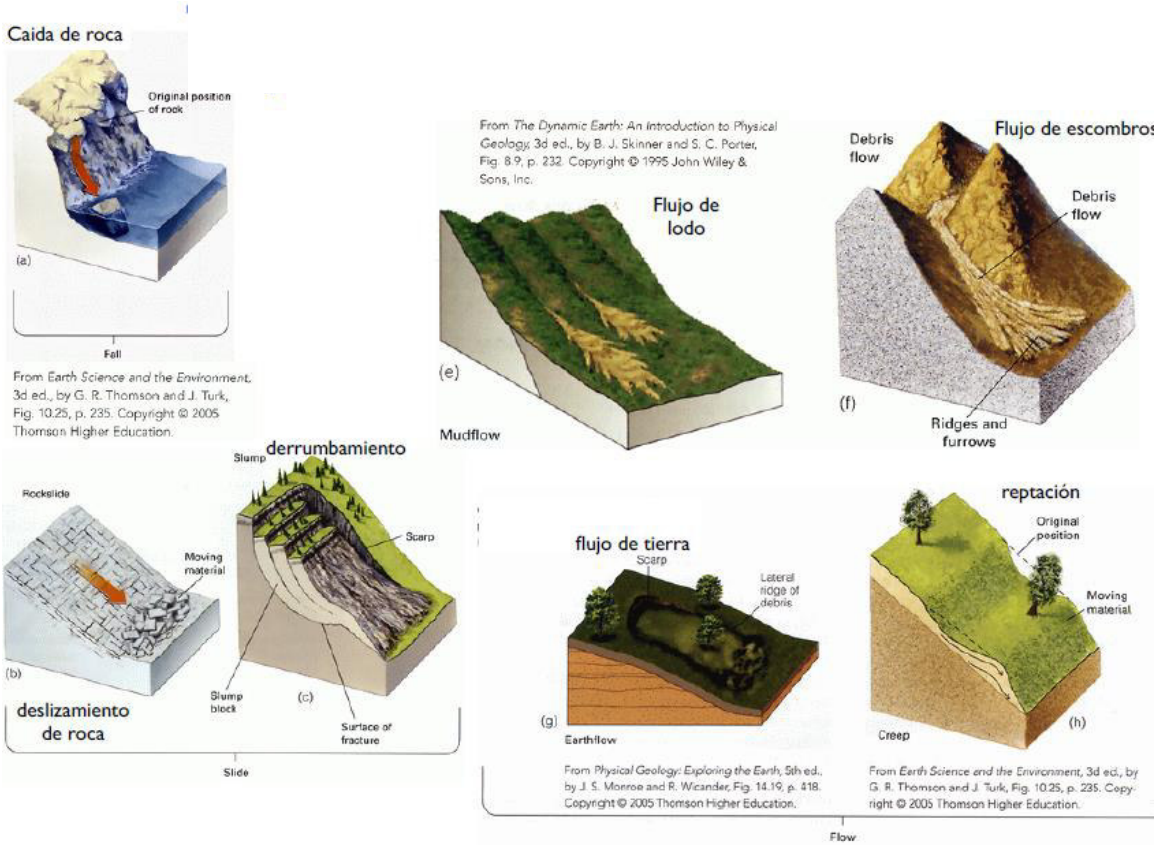


Figura 5. **Tipos de movimientos**. Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

2.2.3.1 Caído. En los caídos una masa de cualquier tamaño se desprende de un talud de pendiente fuerte, a lo largo de una superficie, en la cual ocurre ningún o muy poco desplazamiento de corte y

desciende principalmente, a través del aire por caída libre, a saltos o rodando como se aprecia en la figura 5 y 6.

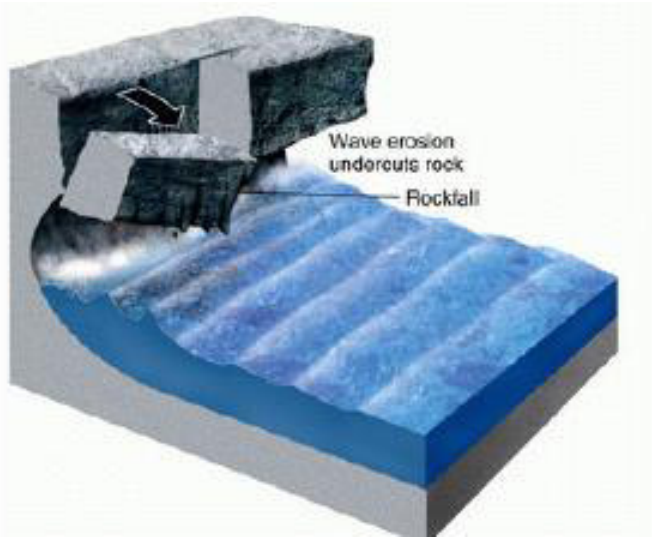


Figura 6. **Caídos de bloques por gravedad en roca fracturada.** Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

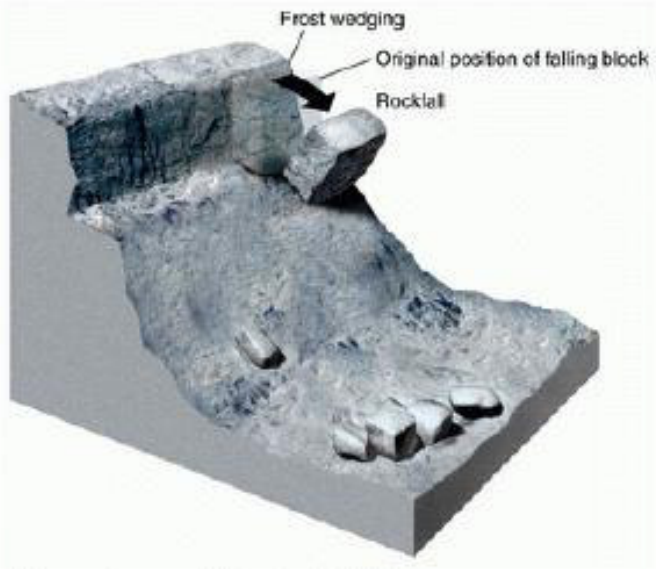


*Figura 7.***Caídos de bloques rodando.** Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido y puede o no, ser precedido de movimientos menores que conduzcan a la separación progresiva o inclinación del bloque o masa de material.

La observación muestra que los movimientos tienden a comportarse como caídos de caída libre cuando la pendiente superficial es de más de 75 grados. En talud desde ángulo menor generalmente, los materiales rebotan y en los taludes de menos de 45 grados los materiales tienden a rodar.[10]

2.2.3.2 Inclinación o Volteo. Este tipo de movimiento consiste en una rotación hacia adelante de una unidad o unidades de material térreo con centro de giro por debajo del centro de gravedad de la unidad y generalmente, ocurren en las formaciones rocosas. Dependiendo de las características geométricas y de estructura geológica, la inclinación puede o no terminar en caídos o en derrumbes.

Las inclinaciones pueden variar de extremadamente lentas a extremadamente rápidas. Las características de la estructura de la formación geológica determinan la forma de ocurrencia de la inclinación.[10]

2.2.3.3 Deslizamientos. Se denomina deslizamiento a la rotura y al desplazamiento del suelo situado debajo de una ladera, que origina un movimiento hacia abajo y hacia afuera de toda la masa que participa del mismo.

Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daño en las propiedades por valor de decenas de billones de dólares cada año (Brabb-1989); sin embargo, muy pocas

personas son conscientes de su importancia. El 90% de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas de prevención o control.

Los deslizamientos consisten en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada, como se aprecia en la figura 8.El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla.

Los deslizamientos pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes. Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc.

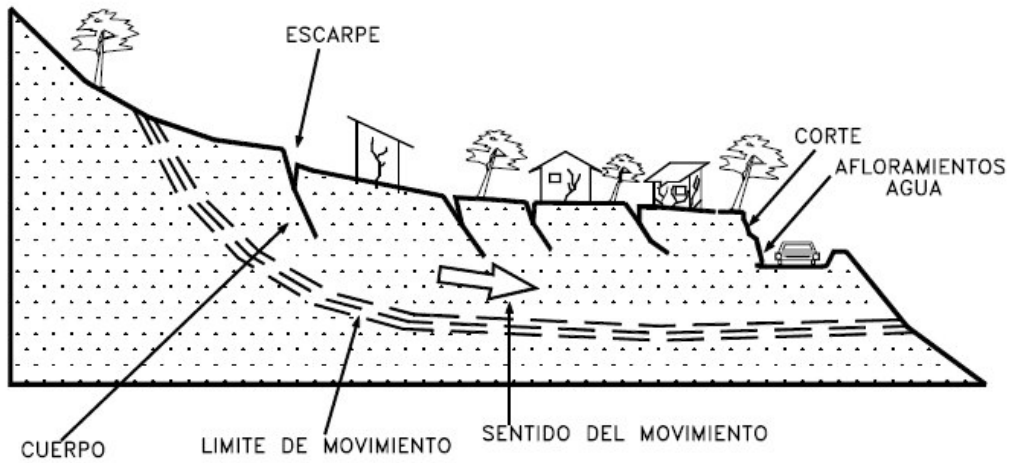


Figura 8. **Deslizamiento en suelos.** Hutchinson, J. (1968)

Los sistemas de clasificación propuestos por Hutchinson (1968) y por Varnes (1958 y1978) son algunos de los empleados para este

tipo de estudios. El sistema de clasificación de Varnes fue actualizado por Cruden y Varnes en el “Special Report 247” del Transportation Research Board de los Estados Unidos (1996). [10]

Los deslizamientos pueden producirse de distintas maneras, es decir en forma lenta o segura, con o sin provocación aparente, etc. Generalmente se producen como consecuencia de excavaciones o socavaciones en el pie del talud. Sin embargo existen otros casos donde la falla se produce por desintegración gradual de la estructura del suelo, aumento de las presiones intersticiales.[6]

La clasificación de deslizamientos pretende describir e identificar los cuerpos que están en movimiento relativo. Las clasificaciones existentes son esencialmente geomorfológicas y solamente algunas de ellas introducen consideración es mecánicas o propiamente geológicas.

Las caracterizaciones geotécnicas son necesarias y por esta razón, las clasificaciones eminentemente topográficas y morfológicas, como las propuestas por Varnes (1978), Hutchinson (1988), etc., deben adaptarse a las condiciones verdaderas de los movimientos.[10]

Los criterios para clasificar los deslizamientos son muy diversos, de manera que existen numerosas clasificaciones y tipologías. Las características y criterios más comunes para clasificar los deslizamientos son:

- Forma, volumen y naturaleza de la masa movida.
- Velocidad, forma y trayectoria del movimiento.
- Daños originados.
- Tipos y partes del movimiento.[7]

2.2.3.3.1 ***Deslizamiento Superficial (Creep).*** La reptación o Creep consiste en movimientos muy lentos a extremadamente lentos del suelo superficial sin una superficie de falla definida. Generalmente, el movimiento es de unos pocos centímetros al año y afecta a grandes áreas de terreno como se puede apreciar en la Figura 9.[10]

Se le atribuye a las alteraciones climáticas relacionadas con los procesos de humedecimiento y secado en suelos, usualmente, muy blandos o alterados. La reptación puede preceder a movimientos más rápidos como los flujos o deslizamientos.[6]

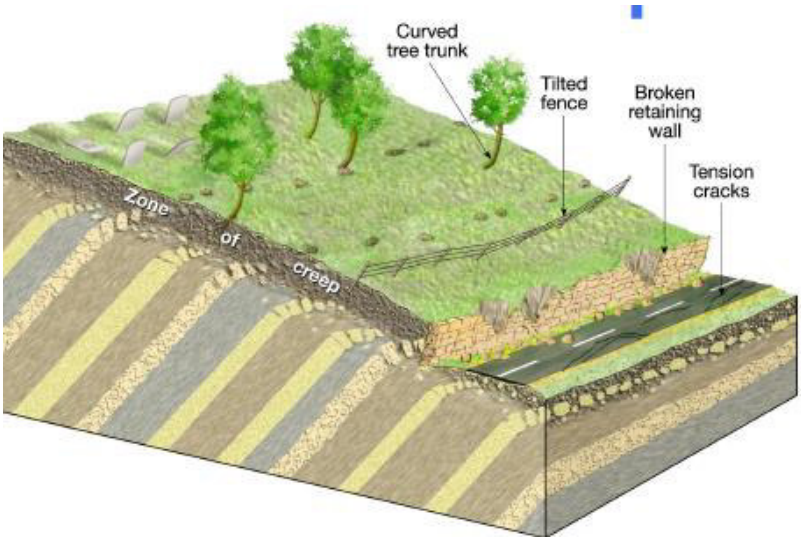


Figura 9. **Esquema de un proceso de reptación**. Leroueil S., Locat J. , Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

La Velocidad es muy lenta de hasta menos 1 cm al año. Cualquier talud está sujeto a fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y porciones del suelo próximos a su frontera deslicen hacia abajo. Se refiere esta falla al proceso más o menos continuo, y por lo general lento, de deslizamiento ladera bajo que se presenta en la zona superficial de algunas laderas naturales.

El creep suele involucrar a grandes áreas y el movimiento superficial se produce sin una transición brusca entre la parte superficial móvil y las masas inmóviles más profundas. No se puede hablar de una superficie de deslizamiento.[6]

Según Terzagui existen dos clases de creep, el *estacional*, que afecta solo a la corteza superficial de la ladera que sufre la influencia de los cambios climáticos en forma de expansiones y contracciones térmicas o por humedecimiento y secado, el *masivo*, que afecta a capas de tierra más profundas, no interesadas por los efectos ambientales y que, en consecuencia, solo se puede atribuir al efecto gravitacional. El primero en mayor o menor grado siempre existe, variando su intensidad según la época del año; en cambio el segundo los movimientos son prácticamente constantes. El espesor de la capa superficial a la que afecta el creep estacional es sumamente bajo y su dimensión máxima puede estimarse en un metro. [16]

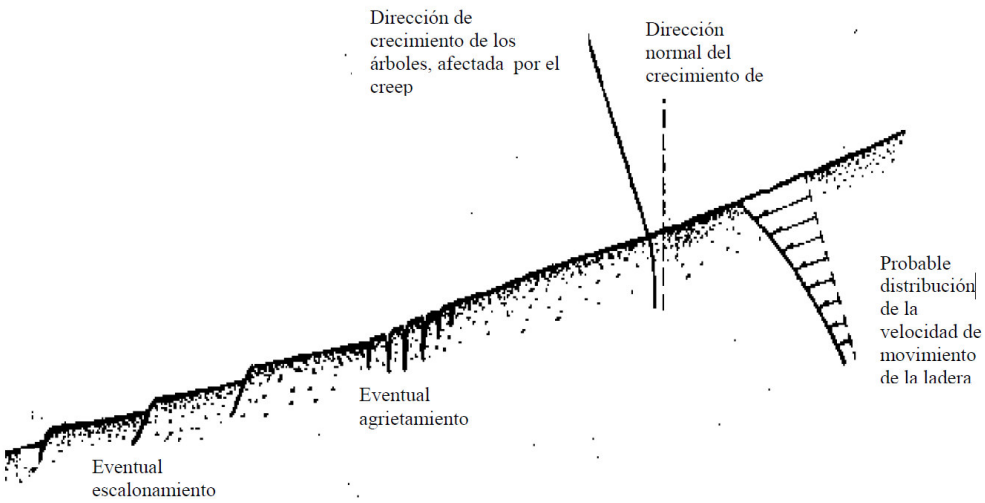


Figura 10. **Indicadores que indican la presencia de un movimiento superficial**. De Matteis, A. (2003).

No están claras todavía las causas por las que una ladera natural particular pueda entrar en un creep masivo, cuyo espesor puede ser en este caso de varios metros, comienza a moverse lentamente ladera abajo. Se ha hablado de una "resistencia fundamental" que representaría un límite tal que, si los esfuerzos actuales quedan debajo del, la parte superficial de la ladera permanecerá en reposo, y que si los esfuerzos actuales los sobrepasan, se producirá un creep masivo. (16)

Aún cuando no están del todo definidos los conceptos de resistencia fundamental o las causas del creep, parece cierto que este movimiento se produce bajo niveles de esfuerzos actuales bajos, muy inferiores a los que corresponden a la máxima resistencia al esfuerzo cortante de los suelos.

En una ladera natural se cumplen tanto la condición de la existencia de un estado de esfuerzos actuantes, como la de que dichos esfuerzos actúen durante un largo tiempo, esto implicaría el abatimiento de la resistencia del material de la ladera, aun por debajo de niveles de esfuerzos bajos, del tipo de lo reportados por Griggs y Bishop. (16)

2.2.3.3.2 Deslizamiento Rotacional.

En un deslizamiento rotacional la superficie de falla es formada por una curva cuyo centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento como se aprecia en la figura 11 y 12.

Visto en planta el deslizamiento posee una serie de agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del

movimiento. El movimiento produce un área superior de hundimiento y otra inferior de deslizamiento generándose comúnmente, flujos de materiales por debajo del pie del deslizamiento.

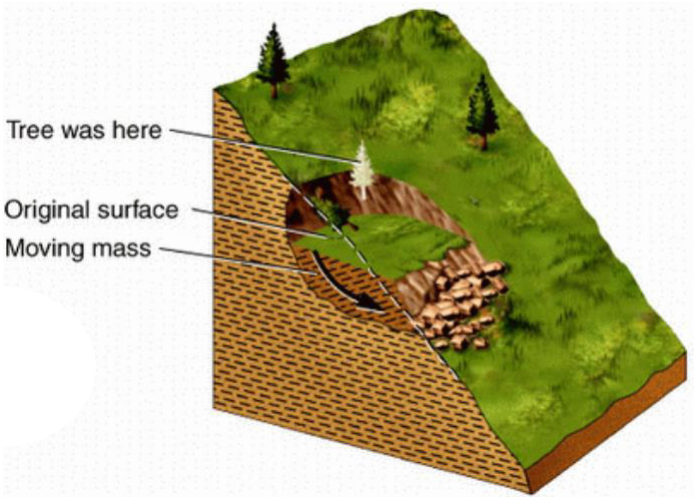


Figura 11. **Deslizamiento rotacional típico – Movimiento de las masas de tierra**. Leroueil S., Locat J. , Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

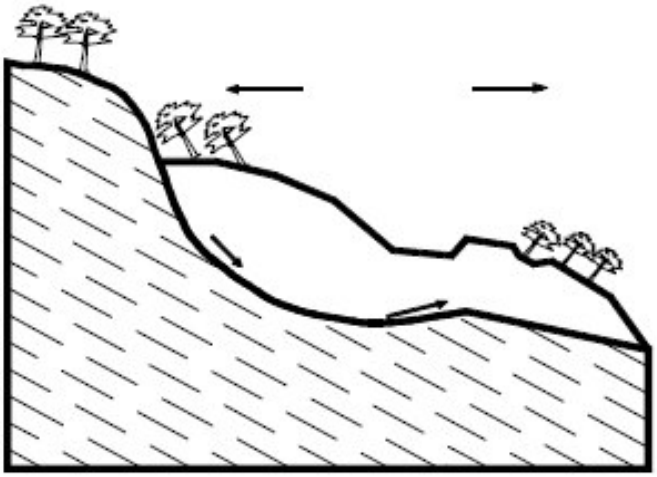


Figura 12. **Deslizamiento rotacional típico – Orientación de los árboles**. Hutchinson, J. (1968)

En muchos deslizamientos rotacionales se forma una superficie cóncava en forma de “cuchara”. Generalmente, el escarpe debajo de la corona tiende a ser casi vertical, lo cual

facilita la ocurrencia de movimientos retrogresivos. El movimiento aunque es curvilíneo no es necesariamente circular, lo cual es común en materiales residuales donde la resistencia al corte de los materiales es aumenta con la profundidad.

En la cabeza del movimiento, el desplazamiento es aparentemente vertical y tiene muy poca rotación, sin embargo se puede observar que generalmente, la superficie original del terreno gira en dirección de la corona del talud, aunque otros bloques giren en la dirección opuesta. Los deslizamientos rotacionales en suelos generalmente tienen una relación Dr/Lr entre 0.15 y 0.33 (Skempton y Hutchinson 1969).[10]

Frecuentemente la forma y localización de la superficie de falla está influenciada por las discontinuidades, juntas y planos de estratificación. El efecto de estas discontinuidades debe tenerse muy en cuenta en el momento que se haga el análisis de estabilidad, ver figura 13.

Los deslizamientos estrictamente rotacionales ocurren usualmente, en suelos homogéneos, sean naturales o artificiales y por su facilidad de análisis son el tipo de deslizamiento más estudiado en la literatura. En zonas tropicales este tipo de suelos no es común y cuando existe rotación, la superficie de falla es usualmente curva pero no circular; Sin embargo, en zonas de meteorización muy profunda y en rellenos de altura significativa algunas superficies de falla pueden asimilarse a círculos.

Dentro del deslizamiento comúnmente, ocurren otros desplazamientos curvos que forman escarpes secundarios y ocasionalmente ocurren varios deslizamientos sucesivos en su origen pero que conforman una zona de deslizamientos rotacionales independientes.

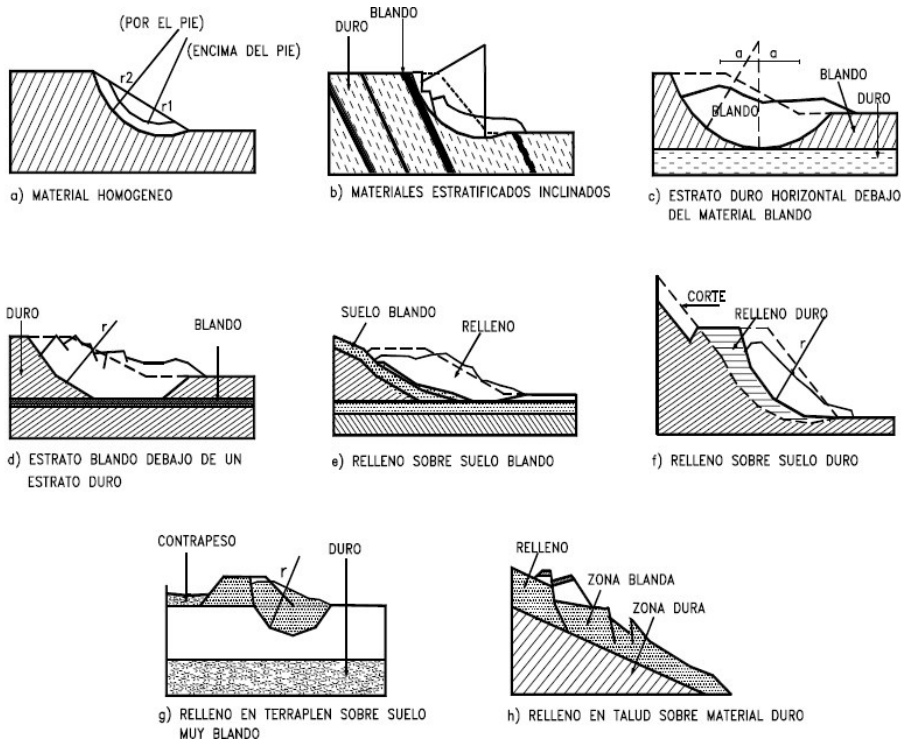


Figura 13. **Efectos de la estructura en la formación de deslizamientos a rotación**. Hutchinson, J. (1968)

2.2.3.3.3 ***Deslizamiento de Traslación.*** En el deslizamiento de traslación el movimiento de la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo como se aprecia en la figura 14.

Los movimientos de traslación tienen generalmente, una relación Dr/Lr de menos de 0.1. La diferencia importante entre los movimientos de rotación y traslación está principalmente, en la aplicabilidad o no de los diversos sistemas de estabilización.

Sin embargo, un movimiento de rotación trata de auto estabilizarse, mientras uno de traslación puede progresar indefinidamente a lo largo de la ladera hacia abajo.

Los movimientos de traslación son comúnmente controlados por superficies de debilidad tales como fallas, juntas, fracturas, planos de estratificación y zonas de cambio de estado de meteorización que corresponden en términos cuantitativos a cambios en la resistencia al corte de los materiales o por el contacto entre la roca y materiales blandos o coluviones. En muchos deslizamientos de traslación la masa se deforma y/o rompe y puede convertirse en flujo.

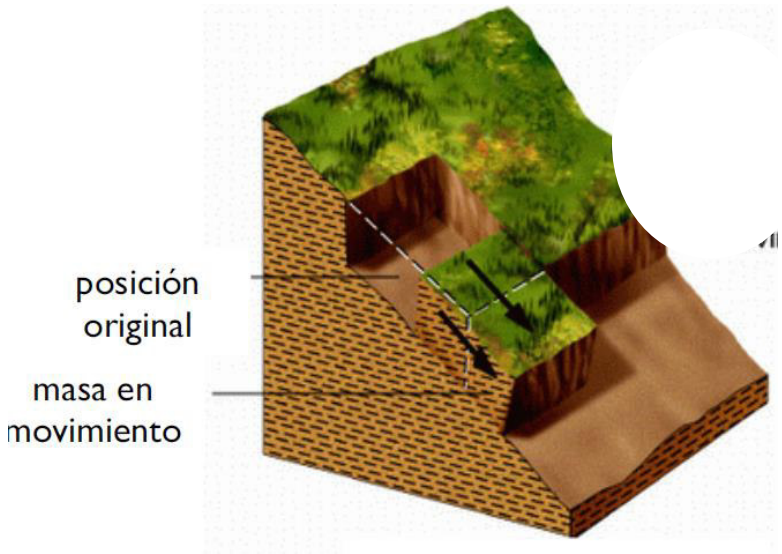


Figura 14. **Deslizamiento de traslación en una vía**. Leroueil S., Locat J. , Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

La velocidad de los deslizamientos translacionales es de lenta a muy rápida, de hasta 5 Km/hr. [12]

Los deslizamientos sobre discontinuidades sencillas en roca se les denomina deslizamientos de bloque, cuando ocurren a lo largo de dos discontinuidades se le conoce como deslizamiento de cuña y cuando se presentan sobre varios niveles de una familia de discontinuidades se le puede denominar falla en escalera.

2.2.3.4 Esparcimiento Lateral. En los esparcimientos laterales el modo de movimiento dominante es la extensión lateral acomodada por fracturas de corte y tensión. El mecanismo de falla puede incluir elementos no solo de rotación y translación sino también de flujo. Ver figura 15.

Generalmente, los movimientos son complejos y difíciles de caracterizar. La rata de movimiento es por lo general extremadamente lenta. Los esparcimientos laterales pueden ocurrir en masas de roca sobre suelos plásticos y también se forman en suelos finos, tales como arcillas y limos sensitivos que pierden gran parte de su resistencia al remoldearse.

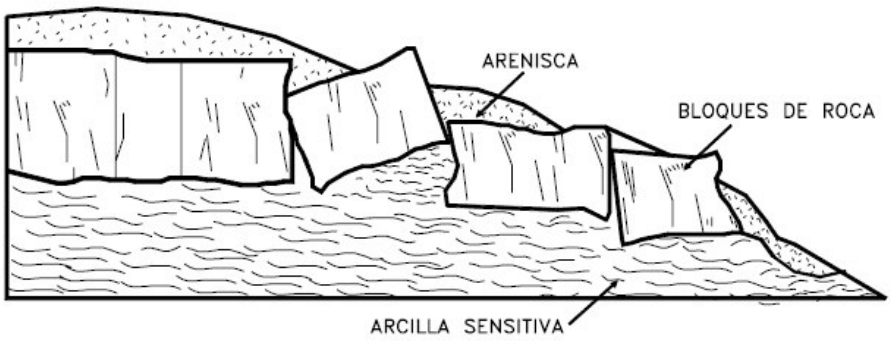


Figura 15. **Esquema de un esparcimiento lateral**. Hutchinson, J. (1968)

La falla es generalmente progresiva, o sea, que se inicia en un área local y se extiende. Los esparcimientos laterales son muy comunes en sedimentos glaciales y marinos pero no los son en zonas de suelos tropicales residuales. Se deben distinguir dos tipos así:

- Movimientos distribuidos en una extensión pero sin una superficie basal bien definida de corte o de flujo plástico. Esto ocurre predominantemente en rocas, especialmente en las crestas de serranías. La mecánica de este movimiento no es bien conocida.

- Movimientos que envuelven fracturas y extensión de roca o suelo, debido a licuación o flujo plástico del material subyacente. Las capas superiores pueden hundirse, trasladarse, rotarse, desintegrarse o pueden licuarse y fluir.[10]

2.2.3.5 ***Flujo.*** Se refiere este tipo de falla a movimientos más o menos rápidos de una parte de la ladera natural, de tal manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de velocidades y desplazamientos se asemeja al comportamiento de un líquido viscoso y pueden ser lentos o rápidos, así como secos o húmedos y los puede haber de roca, de residuos o de suelo o tierra, como se puede apreciar en la Figura 16.[10]

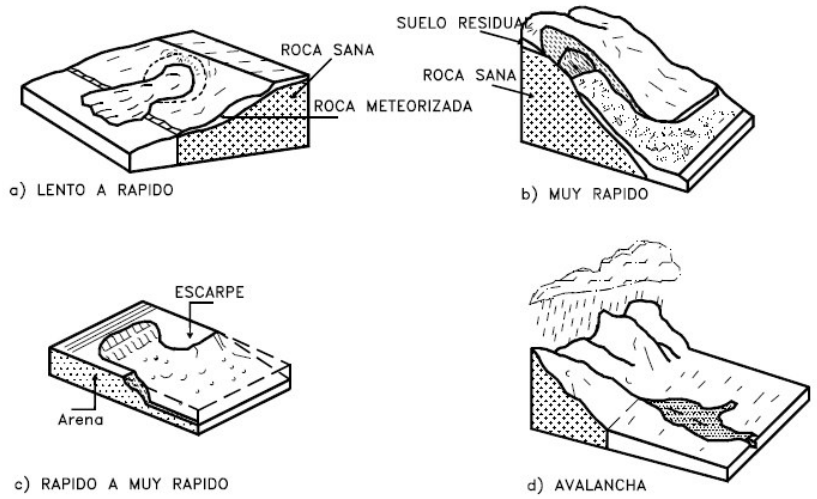


Figura 16. **Flujos en diferentes velocidades**. Hutchinson, J. (1968)

Los flujos muy lentos o extremadamente lentos pueden asimilarse en ocasiones, a los fenómenos de reptación y la diferencia consiste en que en los flujos existe una superficie fácilmente identificable de separación entre el material que se mueve y el subyacente, mientras en la reptación la velocidad del movimiento disminuye al profundizarse en el perfil, sin que exista una superficie definida de rotura.

En los flujos lentos es común que en la velocidad del movimiento influyan las variaciones estacionales del clima, en tanto que los flujos rápidos suelen seguir épocas de violenta precipitación pluvial.[(6)].

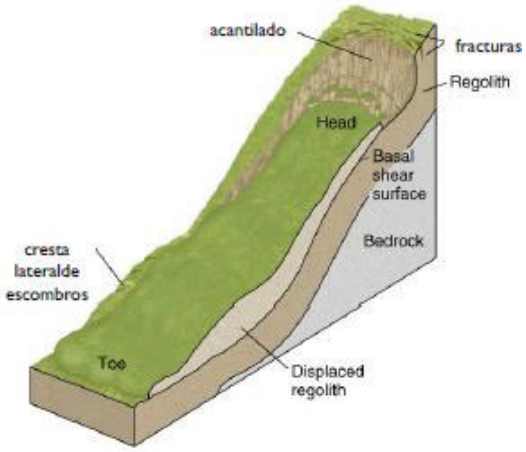
En las figuras 17, 18, 19 y 20, se muestran las diferentes velocidades dependiendo el tipo de flujo.

Figura N° 17. **Flujo de rocas.** Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

Figura N° 18. **Flujo de Escombros.** Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

Velocidad: rápida (1-5kph)
material: escombos saturados de agua
movimiento: flujo canalizado

Figura N° 19. **Flujo de lodo.** Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)



Velocidad: lenta (1mm/dia hasta 1kph)
material: de limo a arena fina
movimiento: canalizado

Figura N° 20. **Flujo de Tierra**. Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

La ocurrencia de flujos está generalmente, relacionada con la saturación de los materiales sub superficiales. Algunos suelos absorben agua muy fácilmente cuando son alterados, fracturados o agrietados por un deslizamiento inicial y esta saturación conduce a la formación de un flujo, algunos flujos pueden resultar de la alteración de suelos muy sensitivos tales como sedimentos no consolidados. Recientemente se han realizado estudios para cuantificar el nivel de lluvias que se requieren para producir flujos y es frecuente la ocurrencia de los flujos simultáneamente en sitios diferentes, dentro de una misma formación en el momento de una determinada lluvia de gran intensidad o de un evento sísmico.

La superficie de deslizamiento o no, es distinguible o se desarrolla durante un lapso relativamente breve. Es también frecuente que la zona de contacto entre la parte móvil y las masas fijas de la ladera sea una zona de flujo plástico. El material susceptible a fluir puede ser cualquier formación no consolidada, y así el fenómeno puede presentarse en fragmentos de roca, depósitos de talud, suelos granulares finos o arcillas francas; también son frecuentes los flujos en lodos. (10)

2.2.3.5.1 Flujo en Materiales Relativamente Secos. Comprenden los flujos de fragmentos de roca, desde los muy rápidos (avalanchas) hasta los que ocurren lentamente. Estos movimientos pueden explicarse en términos de la falla plástica de los contactos profundos entre los fragmentos de roca y, consecuentemente, afectan siempre grandes masas de fragmentos y suelen ser de catastróficas consecuencias.

En segundo lugar, los flujos en suelos, relativamente secos ha ocurrido en “loess”, asociadas muchas veces a temblores.

En este caso, aparentemente, el efecto del temblor fue causar una muy rápida destrucción de la estructura del material, produciendo una verdadera licuación, pero con el aire jugando el papel que en estos fenómenos por lo común corresponde al agua. [6]

2.2.3.5.2 ***Flujo en Materiales Húmedos.*** Se trata ahora de flujos que requieren una proporción apreciable de agua contenida en el suelo, la cual desempeña un papel en la génesis y naturaleza de la falla; existe amplia graduación en la cantidad de agua que pueden contener los materiales, así como en el papel que está llega a tener en el desarrollo de la falla.

Los flujos en materiales húmedos se denominan flujos de lodo cuando es muy elevado el contenido de agua de los materiales, por lo menos en la zona de fluencia, pero naturalmente no hay una distinción clara entre los “flujos de tierra” y los “flujos de lodos”. A veces se habla también de “flujo de detritus”, cuando el material que fluye contiene porcentaje, apreciable del orden un 50%, por lo menos de graves, boleos o fragmentos de rocas, embebidos en la matriz, de suelo más fino, tal como es común que suceda en los depósitos de talud o en muchas laderas de suelos residual.

En los flujos con muy alto contenido de agua, la falla produce una completa perturbación estructural. La forma típica del deslizamiento es análoga al avance de un glaciar y la velocidad de desplazamiento puede variar desde unos pocos centímetros por año, hasta la correspondiente a deslizamiento catastrófico. En flujos lentos es común que en

la velocidad del movimiento influyan mucho las variaciones estacionales del clima, en tanto que los flujos rápidos suelen seguir a épocas de violenta preocupación pluvial.[16]

2.2.3.6 Avalancha. En las avalanchas la falla progresiva es muy rápida y el flujo desciende formando una especie de "ríos de roca y suelo" como se aprecia en la figura 21. Estos flujos comúnmente se relacionan con lluvias ocasionales de índices pluviométricos excepcionales muy altos, deshielo de nevados o movimientos sísmicos en zonas de alta montaña y la ausencia de vegetación, aunque es un factor influyente, no es un pre requisito para que ocurran.

Figura 21. **Avalancha en cause de río por acumulación de materiales producto de una gran cantidad de deslizamientos ocurridos en el momento de un sismo**. Hutchinson, J. (1968)

Las avalanchas son generadas a partir de un gran aporte de materiales de uno o varios deslizamientos o flujos combinados con un volumen importante de agua, los cuales forman una masa de comportamiento de líquido viscoso que puede lograr velocidades

muy altas con un gran poder destructivo y que corresponden generalmente, a fenómenos regionales dentro de una cuenca de drenaje. Las avalanchas pueden alcanzar velocidades de más de 50 metros por segundo en algunos casos.

El movimiento de las avalanchas se le puede relacionar con "flujo turbulento de granos". Este mecanismo no requiere de la presencia de una fase líquida o gaseosa y el movimiento se produce por transferencia de momento al colisionar las partículas o bloques que se mueven.[10]

2.2.3.7 Movimientos Complejos. Con mucha frecuencia los movimientos de un talud incluyen una combinación de dos o más de los principales tipos de desplazamiento descritos anteriormente, este tipo de movimientos se les denomina como "Complejo". Adicionalmente, un tipo de proceso activo puede convertirse en otro a medida que progresa el fenómeno de desintegración; es así como una inclinación puede terminar en caído o un deslizamiento en flujo, en la Tabla 1 se puede apreciar la caracterización de movimientos de masa.[10]

Tabla 1.
Glosario de nombres para la caracterización de movimientos de masa
Fuente. Cruden y Varnes– 1996

Tipo	Secuencia	Estado de Actividad	Estilo	Velocidad	Humedad	Material
Caído Inclinación Deslizamiento Esparcimiento Flujo	Progresivo Retroprogresivo Ampliándose Alargándose Confinado Disminuyendo Moviéndose	Activo Reactivo Suspendido Inactivo Dormido Abandonado Estabilizado Relicto	Complejo Compuesto Múltiple Sucesivo Sencillo	Extremadamente rápido Muy rápido Rápido Moderado Lento Muy lento Extremadamente lento	Seco Húmedo Mojado Muy mojado	Roca Tierra Residuos

2.2.4 Caracterización del Movimiento

Adicionalmente al tipo de movimiento, las características que posee en cuanto a secuencia, estado de actividad, estilo, velocidad, humedad, y material, son datos importantes de definir.

2.2.4.1 Tipo de Material. Los materiales que componen un determinado movimiento del talud son los siguientes.

- ***Roca.*** Se denomina "Roca" a la roca dura y firme que estaba intacta en su lugar antes de la iniciación del movimiento.
- ***Residuos.*** Se denomina con el nombre de Residuos o "Detritos" al suelo que contiene una significativa proporción de material grueso. Se considera que si más del 20% del material en peso es mayor de 2 milímetros de diámetro equivalente, debe llamarse como Residuos.

  Por lo general, deben existir partículas mucho mayores de 2 milímetros para que pueda considerarse de este modo.
- ***Tierra.*** Se denomina tierra, al material de un deslizamiento que contiene más del 80% de las partículas menores de 2 milímetros. Se incluyen los materiales desde arenas a arcillas muy plásticas.

2.2.4.2 Humedad.

- ***Seco:*** No contiene humedad "visible".
- ***Húmedo:*** Contiene algo de agua pero no posee agua (corriente) libre y puede comportarse como un sólido plástico pero no como un líquido.
- ***Mojado:*** Contiene suficiente agua para comportarse en parte como un líquido y posee cantidades visibles de agua que pueden salir del material.

- ***Muy mojado:*** Contiene agua suficiente para fluir como líquido, aún en pendientes bajas.

2.2.4.3 Secuencia de Repetición. La secuencia se refiere a movimientos que inician en un área local y progresan o se repiten en una determinada dirección. Varnes (1978) recomienda utilizar la siguiente terminología:

- ***Progresivo.*** La superficie de falla se extiende en la misma dirección del movimiento.
- ***Retrogresivo.*** La superficie de falla se extiende en dirección opuesta al movimiento.
- ***Ampliándose.*** La superficie de falla se extiende hacia una u otra de las márgenes laterales.
- ***Alargándose.*** La superficie de falla se alarga agregando continuamente volumen de material desplazado. La superficie de falla puede alargarse en una o más direcciones. El término alargándose puede utilizarse indistintamente con el término progresivo.
- ***Confinado.*** Se refiere a movimientos que tienen un escarpe visible pero no tienen superficie de falla visible en el pie de la masa desplazada.
- ***Disminuyendo.*** El volumen de material siendo desplazado, disminuye con el tiempo.

2.2.4.4 Desplazamiento de Masas. En la tabla 2, se indica la escala de desplazamiento de masas propuestas por el Transportation Research Board de los Estados Unidos, la cual se puede considerar como escala única de rata de movimiento. En algunos casos, ocurren velocidades diferentes de los diversos modos de movimiento y se requiere definir cada uno de ellos.

Los desplazamientos de masas tienen gran influencia sobre el poder destructivo de un deslizamiento. Generalmente, los desplazamientos extremadamente rápidos corresponden a catástrofes de gran violencia, ocasionalmente con muchos muertos y cuyo escape es poco probable.

Por otro lado los desplazamientos extremadamente lentos son imperceptibles sin instrumentos y representan, en general un riesgo muy bajo de pérdida de vidas humanas.

Tabla 2.
Velocidad de los Movimientos
Fuente. Cruden y Varnes– 1996

Descripción	Velocidad (mm/seg)	Desplazamiento	Poder Destructor
Extremadamente rápida	$> 5 \times 10^{3}$	> 5 m/seg	Catástrofe de violencia mayor; edificios destruidos por el impacto o el material desplazado, muertes; escape improbable.
Muy Rápida	Entre 5×10^{3}, 5×10^{1}	Entre 5 m/seg., 3 m/min	Alguna pérdida de vidas; velocidad demasiado alta para permitir a todas las personas escapar.
Rápida	Entre 5×10^{1}, 5×10^{-1}	Entre 3 m/min., 1.8 m/hora	Escape posible; estructuras, propiedades y equipos destruidos.
Moderada	Entre 5×10^{-1}, 5×10^{-3}	Entre 1.8 m/hora, 1.3 m/mes	Algunas estructuras temporales y poco sensitivas pueden mantenerse temporalmente.
Lenta	Entre 5×10^{-3}, 5×10^{-5}	Entre 1.3 m/mes, 0.016 m/año	Construcciones remediales pueden llevarse a cabo durante el movimiento. Algunas estructuras insensitivas pueden mantenerse con mantenimiento frecuente.
Extremadamente lenta	$< 5 \times 10^{-7}$	< 0.016 m/año	Imperceptibles sin instrumentos; construcción posible pero deben tenerse precauciones.

2.2.4.5 Estilo. Varnes estableció una nomenclatura de actividad de deslizamiento cuando aparecen conjuntamente diferentes tipos de movimiento:

- ***Complejo.*** Un deslizamiento complejo es aquel que tiene al menos dos tipos de movimiento, por ejemplo, inclinación y deslizamiento.
- ***Compuesto.*** El término compuesto corresponde al caso en el cual ocurren simultáneamente varios tipos de movimiento en diferentes áreas de la masa desplazada.
- ***Múltiple.*** Se denomina como múltiple un deslizamiento que muestra movimientos repetidos del mismo tipo como se aprecia en la figura 22, generalmente, ampliando la superficie de falla. Un movimiento sucesivo corresponde a movimientos repetidos pero que no comparten la misma superficie de falla.
- ***Sencillo.*** Corresponde a un solo tipo de movimiento.

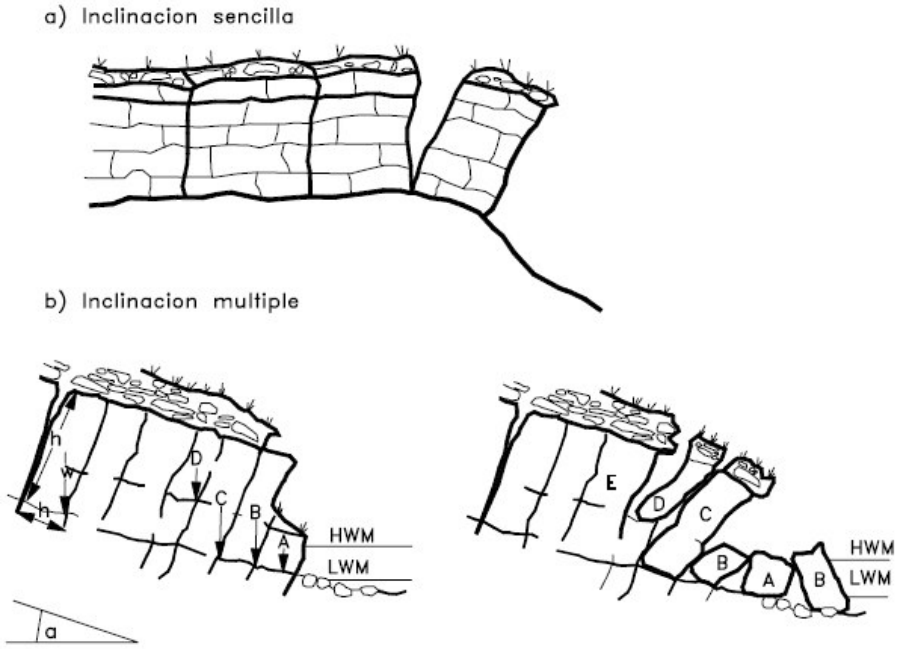


Figura 22. **Inclinaciones sencillas y múltiples**. *(Cruden, Varnes 1996).* Hutchinson, J. (1968)

2.2.4.6 Estado de Actividad.

- ***Activo.*** Deslizamiento que se está moviendo en los actuales momentos.
- ***Reactivado.*** Movimiento que está nuevamente activo, después de haber estado inactivo. Por ejemplo, deslizamientos reactivados sobre antiguas superficies de falla.
- ***Suspendido.*** Deslizamientos que han estado activos durante los últimos ciclos estacionales pero que no se está moviendo en la actualidad.
- ***Inactivo.*** Deslizamientos que llevan varios ciclos estacionales sin actividad.
- ***Dormido.*** Deslizamiento inactivo pero que las causas del movimiento aparentemente permanecen.
- ***Abandonado.*** Es el caso de un río que cambió de curso y que estaba produciendo un deslizamiento.
- ***Estabilizado.*** Movimiento suspendido por obras remediales artificiales.
- ***Relicto.*** Deslizamientos que ocurrieron posiblemente, hace varios miles de años se pueden llamar deslizamientos Relictos.

2.2.4.7 Estructura Geológica. La formación geológica del sitio del movimiento es un factor determinante en el mecanismo de falla y en el comportamiento de un movimiento en un talud, especialmente en ambientes tropicales de montaña donde la textura y estructura geológica definen por lo general, la ocurrencia de fallas en los taludes. [(10)]

2.2.5 Cálculo de la Estabilidad.

La naturaleza y la homogeneidad de los materiales constitutivos son básicos para plantear y definir el problema de la estabilidad de una ladera en cualquiera de sus múltiples aspectos. Con el análisis de estos

problemas, se trata de extraer los suficientes conocimientos de carácter general como para poder establecer un modelo matemático en el que el analizar la estabilidad sea una simple cuestión de aplicación de tal o cual procedimiento matemático o secuencia de cálculo algebraico. [6]

Los métodos de cálculo, para definir la estabilidad, establecen un mecanismo cinemático de falla, extraído naturalmente de la experiencia, con base en el cual se analizan las fuerzas tendientes a producir el movimiento, las propiedades físicas y mecánicas de las laderas, las cuales se han de comparar por algún procedimiento con las fuerzas que son capaces de desarrollarse y que tienden a que el mecanismo de falla no se produzca como resistencia del terreno, raíces y otras (fuerzas resistentes). Es decir que la estabilidad se entiende como la seguridad de una masa de tierra contra la falla o el movimiento. Así todos los métodos de cálculo en boga están ligados a un mecanismo cinemático de falla específico, por lo que serán aplicables a aquellos problemas de estabilidad en que la falla sea del tipo que se considera.

El propósito del cálculo de la estabilidad se centra en dos temas principales. El primero es determinar la resistencia media al corte “s” de los suelos a partir de deslizamientos ya producidos y el segundo punto a tratar es la determinación del coeficiente de seguridad “F” que define la estabilidad del talud. [6]

2.2.5.1 **Cálculo de “s” a partir de deslizamientos ocurridos.** Durante la construcción, suelen a veces producirse roturas locales de los taludes de desmontes o de terraplenes. Dichas roturas indican que el valor de la resistencia mínima al corte ha sido sobreestimado y estos deslizamientos ofrecen una oportunidad excelente para valorar la resistencia mínima real, y evitar nuevos accidentes en la obra cambiando el proyecto en función de los nuevos datos.

El procedimiento a seguir consiste en determinar por medio de perforaciones o excavaciones, la posición de la superficie de deslizamiento, computar los pesos de las distintas partes de la masa que tendió a producir o a oponerse al deslizamiento, y calcular la resistencia media al corte s del suelo que resulta necesaria para satisfacer las condiciones de equilibrio. [6]

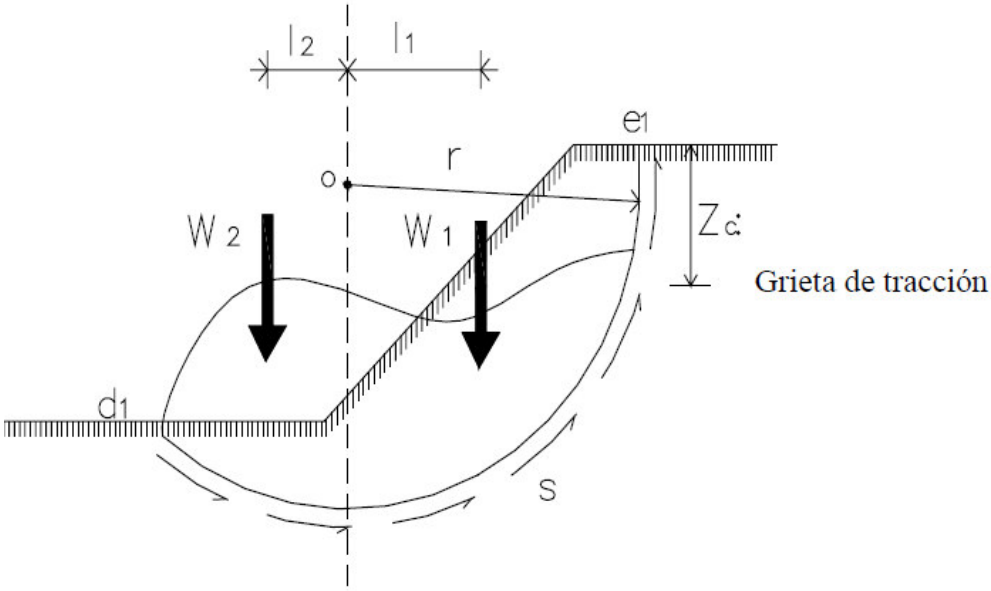


Figura 23. **Equilibrio de Fuerzas en un deslizamiento producido.** De Matteis, A. (2003).

Por medio de mediciones en el terreno, se obtiene la profundidad **Zc** de las fisuras de tracción y de la forma de la superficie de deslizamiento. La línea de deslizamiento se sustituye luego por un arco de círculo de radio **r** y de centro en O. Planteando sumatoria de momentos alrededor del punto O se obtiene: [6]

$$W_1 l_1 = W_2 l_2 + sr\, d_1 e_1$$

Despejando s,

$$s = \frac{W_1 l_1 - W_2 l_2}{r\, d_1 e_1}$$

W_1: peso de la masa de suelo situado a la derecha de la línea punteada

W_2: peso de la masa de suelo situado a la izquierda de la línea punteada

2.2.5.2 **Factor de Seguridad.** La tarea de analizar la estabilidad de un talud es determinar el factor de seguridad. En general, el factor de seguridad se define como. [(2)]

$$FS_s = \frac{\tau_f}{\tau_d} \qquad \ldots (1)$$

Donde:

FS_s = Factor de seguridad con respecto a la resistencia.

τ_f = Resistencia cortante promedio del suelo

τ_d = Resistencia cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie potencial de falla.

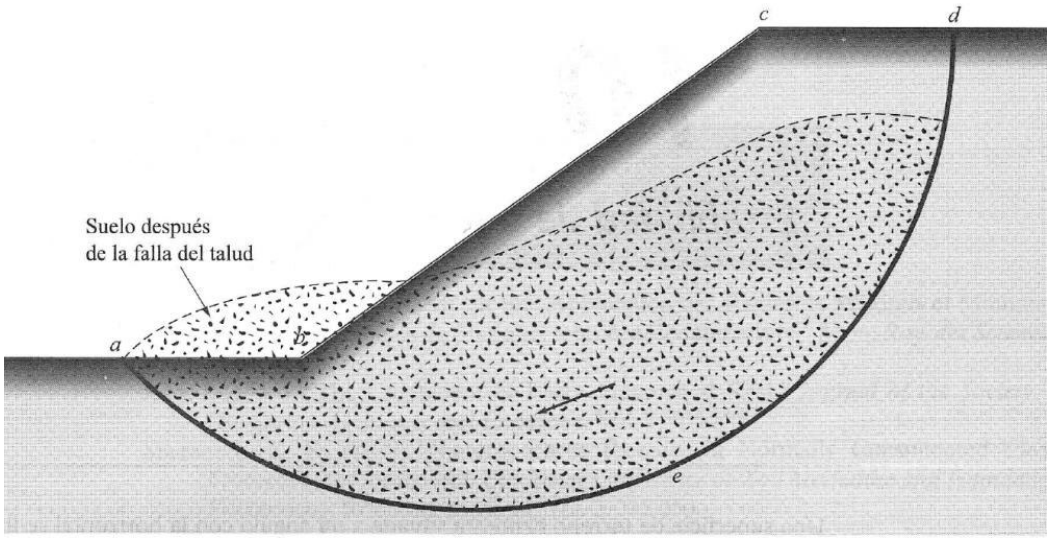


Figura 24. **Falla de un Talud**. Braja D., (1994)

La resistencia cortante de un suelo consta de dos componentes, la cohesión y la fricción, y se expresa como. [2]

$$\tau_f = c + \sigma' \tan \varphi \qquad \ldots (2)$$

Donde:

c = cohesión

φ = ángulo de fricción

σ' = esfuerzo normal efectivo sobre la superficie potencial de falla.

De manera similar, también escribimos.

$$\tau_d = c_d + \sigma' \tan \varphi_d \qquad \ldots (3)$$

Donde c_d y φ_d son, respectivamente, la cohesión efectiva y el ángulo de fricción que se desarrolla a lo largo de la superficie potencial de falla. Sustituyendo las ecuaciones (2) y (3) en (1), tenemos. [2]

$$FS_s = \frac{c+\sigma' \tan \varphi}{c_d+\sigma' \tan \varphi_d} \qquad \ldots (4)$$

Podemos ahora introducir algunos otros aspectos del factor de seguridad, es decir, el factor de seguridad con respecto a la cohesión FS_c y el factor de seguridad respecto a la fricción FS_φ y se definen como sigue: [2]

$$FS_c = \frac{c}{c_d} \qquad \ldots (5)$$

y

$$FS_\varphi = \frac{\tan \varphi}{\tan \varphi_d} \ldots (6)$$

Cuando se comparan las ecuaciones (4), (5) y (6), vemos que cuando FS_c se vuelve igual a $FS_{\varphi'}$, ése es el factor de seguridad con respecto a la resistencia. O si

$$\frac{c}{c_d} = \frac{\tan\varphi}{\tan\varphi_d}$$

Podemos escribir

$$FS_s = FS_c = FS_\varphi$$

Cuando F_s es igual a 1, el talud está en un estado de falla incipiente. Generalmente, un valor de 1.5 para el factor de seguridad con respecto a la resistencia es aceptable para el diseño de un talud estable. [2]

2.2.6 Clasificación de Suelos

La determinación y cuantificación de las diferentes propiedades de un suelo, efectuadas mediante los ensayos de laboratorio, tienen como objetivo el establecimiento de una división sistemática de los diferentes tipos de suelos atendiendo a la similitud de sus características físicas y propiedades geomecánicas.

La clasificación de los suelos se suele emplear dos sistemas de clasificación AASHTO y el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS. Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico. [17]

2.2.6.1 Sistema de Clasificación SUCS. El sistema de clasificación SUCS permite que se clasifiquen los suelos en función de sus propiedades de ingeniería, incluyendo resistencia, permeabilidad y compresibilidad. Para utilizar este sistema se requiere conocer el

límite líquido y plástico y la graduación del suelo. En este método al suelo se le asigna un símbolo de grupo de dos letras y un nombre de grupo. Los tres tipos básicos de suelo y los símbolos de grupos que se incluyen en cada tipo de suelo son:

- Gravas : GP, GW, GM, GC.
- Arenas : SP, SW, SM, SC
- Limos y Arcillas : ML, CL, CH, MH, OH, OL

Cada símbolo de grupo tiene dos letras. La primera letra describe el tipo de suelo como sigue:

- G : grava
- S : arena
- M : limo (lodo)
- C : arcilla
- O : orgánica

La letra carta es un modificador que proporciona una descripción adicional del suelo:

- P : pobremente graduada
- W : bien calificado
- M : limosa
- C : arcilloso
- L : baja plasticidad (magra)
- H : alta plasticidad (grasa)

En función de estos símbolos, pueden establecerse diferentes combinaciones que definen uno y otro tipo de suelo, como se aprecia en la tabla 3. [17]

Tabla 3.
Tipología de suelos (SUCS)
Fuente. Menéndez, J. (2016)

Símbolo	Características Generales		
GW	Gravas	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
GP			Pobremente graduadas
GM		Con finos (Finos > 12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	Arenas	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
SP			Pobremente graduadas
SM		Con finos (Finos > 12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	Limos	Baja plasticidad (LL < 50)	
MH		Alta plasticidad (LL > 50)	
CL	Arcillas	Baja plasticidad (LL < 50)	
CH		Alta plasticidad (LL > 50)	
OL	Suelos Orgánicos	Baja plasticidad (LL < 50)	
OH		Alta plasticidad (LL > 50)	
Pt	Turba	Suelos altamente orgánicos	

2.2.6.2 Sistema de Clasificación AASHTO. Este sistema se usa principalmente en carreteras, da un indicativo de la calidad del material para ser empleado como subrasante o base granular, emplea una medida numérica de la calidad del suelo denominada Índice de Grupo. El sistema de clasificación AASHTO clasifica los suelos a partir de los resultados del ensayo granulométrico, el límite líquido y el límite plástico. [17]

La clasificación AASHTO está directamente orientada a carreteras, mientras que la clasificación SUCS es de tipo general, siendo más empleada en geotecnia. Como se aprecia en la tabla 4, algunas clasificaciones AASHTO pueden corresponder a la clasificación del tipo SUCS, por lo que se puede reportar los resultados de laboratorio en ambos sistemas de clasificación.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas más difundidos.

Tabla 4.
Correlación de Tipo de Suelos AASHTO - SUCS
Fuente. Menéndez, J. (2016)

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A - 2	GM, GC, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

2.2.7 Suelos Cohesivos.

Son partículas muy pequeñas en donde predominan los efectos electroquímicos superficiales, las partículas tienden a juntarse (interacción agua partícula) y son generalmente suelos plásticos como es el caso de las arcillas. [(5)]

La estructura del suelo es producto de la historia geológica y su tipo de formación, según la estructura del suelo, este responderá a cambios exteriores principalmente a cargas y a cambios de humedad (agua); o también a cambios de la temperatura y a otros factores exógenos.

En un suelo con cohesión la estructura que se forma es debido principalmente a las fuerzas iónicas actuantes entre las partículas del suelo. El tamaño de las partículas de este tipo de suelos hace que las fuerzas interparticulares actuantes superen las fuerzas gravitatorias actuantes sobre cada partícula. Como característica constitutiva son

alargadas, en forma de escamas o láminas o de forma cilíndrica o prismática. [5]

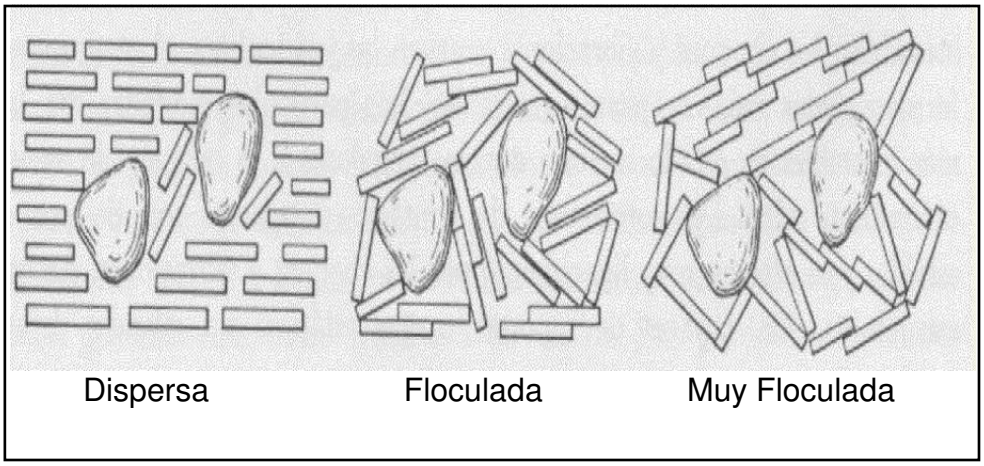


Figura 25. **Estructura de un Suelo Cohesivo**. Cruz L., (2014).

Los Suelos cohesivos, es decir las arcillas y en menor medida los limos, son granos que no son independientes entre sí, sino que están unidos por enlaces químicos, por lo que el suelo tiene cohesión, siendo su ángulo de rozamiento interno más bajo (20º). Son terrenos que apenas drenan, son bastante impermeables, y por ello cuando se les carga, van sufriendo un asiento diferido en el tiempo, a medida que van expulsando el agua que tienen embebida, proceso que puede durar años. [5]

Son suelos que poseen características de cohesión y plasticidad. Dichos suelos pueden ser granulares con parte de arcilla o limo orgánico, que les importen cohesión y plasticidad, o pueden ser arcillas o limos orgánicos sin componentes granulares.

Los diferentes contenidos de humedad en un suelo, determinan diferentes consistencias. El contenido de humedad modifica su consistencia. Indican una propiedad importante para la clasificación de los materiales cohesivos y como determinante en su comportamiento.

Así, se determinan mediante los llamados límite líquido y límite plástico, conocidos como Límites de Atterberg. [5]

2.2.7.1 Estabilidad en Suelos Cohesivos. Entre las peculiaridades más "molestas" de la geotecnia destacan los suelos cohesivos, las arcillas, cuyas propiedades resistentes varían con el grado de humedad y la rapidez con la que se aplican los esfuerzos.

Son suelos conflictivos, si están muy húmedos fluyen (barro, lodo, fango…) y no son capaces de soportar esfuerzos, por el contrario, si están muy secos aguantan mucho más, pero se desmoronan y no son nada fiables. Eso por no hablar de lo distinta que puede ser su respuesta dependiendo de la rapidez de la carga, si los cargamos poco a poco se deforman mucho pero, más o menos, aguantan; sin embargo, si los cargamos de forma rápida parece que van a aguantar y, de pronto, se rompen.[11]

Vayamos al grano. En su forma más simple, el factor de seguridad frente a rotura de un talud vertical, un caso muy habitual en las excavaciones, se define como:

$$F = 2\sqrt{\frac{2c}{\gamma H} \cdot \left(\frac{2c}{\gamma H} + \tan\varphi\right)}$$

Esta fórmula es el resultado de imponer tres condiciones o hipótesis:

- Criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
- Rotura a lo largo de un plano, es decir, que se "desgaja" y desliza toda una cuña de material.

- Y que la rotura se supera en todos los puntos al mismo tiempo.

Ninguna de las tres condiciones se cumple en la realidad pero el modelo es lo bastante aproximado para comentar un par de cosas relativas a los materiales cohesivos, las arcillas:

1) A corto plazo, una arcilla saturada normalmente consolidada tiene un ángulo de rozamiento nulo, por lo que la expresión quedará como:

$$F = \frac{4c_u}{\gamma H}$$

Si ahora buscamos un factor de seguridad estricto F=1, obtendríamos una altura crítica para el talud de:

$$H_c = \frac{4c_u}{\gamma}$$

Esta sería la máxima altura que podría mantener el talud sin deslizar, con un factor de seguridad estricto F=1.

2) A largo plazo, pasado el tiempo, esa misma arcilla saturada normalmente consolidada presentará una cohesión efectiva nula (c'=0), con lo que, aplicando la misma fórmula, se obtendría un factor de seguridad F=0, es decir, que el talud se caería.

Se trata de dos casos extremos y teóricos, en realidad la superficie de rotura no suele ser recta sino curva (circular o en

espiral logarítmica), con lo que la altura crítica a corto plazo Hc oscila entre:

$$\frac{3.64c_u}{\gamma} \; y \; \frac{3.83c_u}{\gamma}$$

Pero la cuestión más importante sigue ahí, a largo plazo, una arcilla saturada normalmente consolidada es incapaz de mantener un talud vertical, o como también se suele decir “los taludes en arcilla se caen con el tiempo“.[11]

Las presiones de poros en suelos cohesivos compactos bajo condiciones no drenadas dependen principalmente de la densidad, contenido de humedad y esfuerzos totales aplicados. Si los especímenes de laboratorio son compactados a las condiciones de campo de densidad y contenido de humedad y son cargados bajo condiciones no drenadas, las presiones de poro inducidas en el espécimen serán las mismas que las presiones de poro a corto plazo en el campo, donde las presiones totales son las mismas. Las presiones de agua externa tienen un efecto estabilizador en los taludes; deben ser tomadas en cuenta tanto en el análisis con esfuerzos totales como esfuerzos efectivos.[18]

2.2.8 Contenido de Humedad.

Una de las características importantes de los suelos, es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten. [17]

El contenido de humedad del suelo (también conocido como contenido de agua), es un indicador de la cantidad de agua presente en el suelo.

Por definición, el contenido de humedad es la relación del peso del agua en una muestra con el peso del sólido (secado en el horno) en la muestra, expresado como porcentaje (w). [17]

$$w = \frac{W_w}{W_s} x100$$

Donde:

w = Contenido de humedad del suelo (%).

W_w = Peso del agua en la muestra del suelo.

W_s = Peso del suelo secado en el horno.

2.2.8.1 Determinación en laboratorio del Contenido de Humedad. Para los contenidos de humedad que se determinen en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad mínima de espécimen especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada. La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a la tabla 5. [15]

Tabla 5.
Cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total
Mecánica de suelos.
Fuente. UNI – 2006

Máximo tamaño de partículas (pasa el 100%)	***Tamaño de malla estándar***	***Masa mínima recomendada de espécimen para contenidos de humedad reportados a ± 0.1%***	***Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a ±1%***
2mm o menos	*N° 10*	*20 g*	*20 g*
4.75mm	*N° 4*	*100 g*	*20 g*
9.5 mm	*N° 3/8*	*500 g*	*50 g*
19.0 mm	*N° ¾*	*2.5 g*	*250 g*
37.5 mm	*N° 1 ½*	*10 g*	*1 kg*
75.0 mm	*N° 3*	*50 g*	*5 kg*

Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla.

El procedimiento es el siguiente:

- Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).

- Se selecciona especímenes de ensayo representativos de acuerdo a lo indicado en la tabla 5.

- Se coloca el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, se coloca la tapa asegurada en su posición y se determina el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza seleccionada de acuerdo al peso del espécimen registrando su valor.

- Se remueve la tapa (si es que se usa) y se coloca el contenedor con material húmedo en el horno. Se seca el material hasta alcanzar una masa constante. Se mantiene el secado en el horno a 110 ± 5°C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para obtener el peso constante variará dependiendo del tipo del material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad y otros factores. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.

- Luego que el material haya secado a peso constante, se remueve el contenedor del horno. Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no

se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Se determina el peso del contenedor y el material secado al horno usando una balanza registrándose su valor.

- Finalmente se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente expresión. [15]

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_t} x100 = \frac{W_w}{W_s} x100$$

Donde.

W = Contenido de Humedad (%)

W_w = Peso del agua

W_s = Peso seco del material

W_1 = Peso de tara más suelo húmedo, gramos

W_2 = Peso de tara más suelo seco en horno. gramos

W_t = Peso de tara, gramos

2.2.9 Permeabilidad

Los suelos tienen vacíos interconectados a través de los cuales el agua puede fluir de puntos de alta energía a puntos de baja energía. El estudio del flujo de agua a través de un suelo como medio poroso es importante en la mecánica de suelos, siendo necesario para estimar la cantidad de infiltración subterránea bajo varias condiciones hidráulicas para investigar problemas que implican el bombeo de agua para construcciones subterráneas y para el análisis de estabilidad de las presas de tierra y de estructura de retención de tierra sometidas a fuerzas de infiltración.[2]

La permeabilidad de los suelos depende de varios factores, viscosidad del fluido, distribución del tamaño de los poros, distribución granulométrica, relación de vacíos, rugosidad de las partículas minerales

y grado de saturación del suelo. En los suelos arcillosos, la estructura juega un papel importante en la permeabilidad. Otros factores mayores que afectan la permeabilidad de las arcillas son la concentración iónica y el espesor de las capas de agua adheridas a las partículas de arcilla. [2]

Tabla 6.
Valores típicos de permeabilidad para suelos
Fuente. Braja M. Das – 1994

Tipo de Suelo	k (cm/s)
Grava Limpia	100 – 1
Arena Gruesa	1.0 – 0.01
Arena Fina	0.01 – 0.001
Arcilla Limosa	0.001 – 0.00001
Arcilla	0.000001

Mientras más permeable sea el suelo, mayor será la filtración. Algunos suelos son tan permeables y la filtración tan intensa que para construir en ellos cualquier tipo de estanque es preciso aplicar técnicas de construcción especiales.

Muchos factores afectan a la permeabilidad del suelo. En ocasiones, se trata de factores en extremo localizados, como fisuras y cárcavas, y es difícil hallar valores representativos de la permeabilidad a partir de mediciones reales. Un estudio serio de los perfiles de suelo proporciona una indispensable comprobación de dichas mediciones. Las observaciones sobre la textura del suelo, su estructura, consistencia, color y manchas de color, la disposición por capas, los poros visibles y la profundidad de las capas impermeables como la roca madre y la capa de arcilla, constituyen la base para decidir si es probable que las mediciones de la permeabilidad sean representativas.[11]

El valor del coeficiente de permeabilidad k varía ampliamente para diferentes suelos. En la Tabla 6 se dan algunos valores típicos para suelos saturados. La permeabilidad de suelos no saturados es menor y crece rápidamente con el grado de saturación. (2)

La permeabilidad también está relacionada con las propiedades del fluido que pasa a través del suelo por la siguiente ecuación.

$$k = \frac{\gamma_w}{n}\overline{K}$$

Dónde:

γ_w : Peso específico del agua

n : Viscosidad del agua

$\overline{K}$: Permeabilidad absoluta

La permeabilidad absoluta $\overline{K}$, se expresa en unidades de longitud al cuadrado, es decir, en cm^2. (2)

2.2.9.1 Determinación en laboratorio de la permeabilidad. Dos pruebas de laboratorio se usan para determinar la permeabilidad hidráulica del suelo, la prueba de carga constante y la prueba de carga variable. La primera se usa principalmente para suelos de grano grueso. Sin embargo, para los de grano fino, las tasas de flujo a través del suelo son muy pequeñas y se prefieren por ello las pruebas de carga variable.

Un arreglo típico de la *prueba de permeabilidad bajo carga constante* se muestra en la figura 26. En este tipo de arreglo de laboratorio, el suministro de agua se ajusta de tal manera que la diferencia de carga entre la entrada y la salida permanece

constante durante el periodo de prueba. Después que se ha establecido una tasa constante de flujo, el agua es recolectada en una probeta graduada durante cierto tiempo.

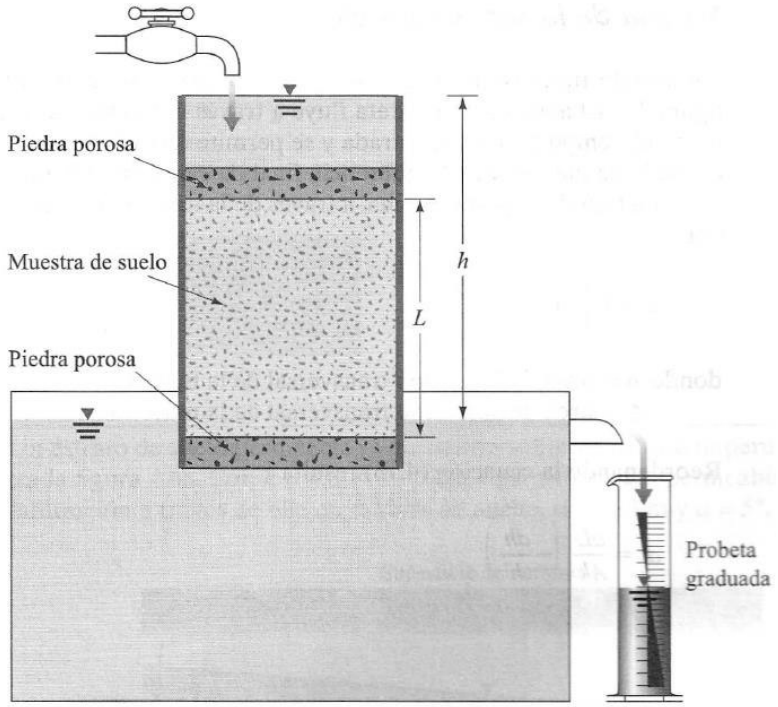


Figura 26. **Prueba de permeabilidad bajo carga constante**. Braja D., (1994).

Un arreglo típico de la *prueba de permeabilidad bajo carga variable* se muestra en la figura 27. El agua de una bureta fluye a través del suelo. La diferencia inicial de carga h_1, en el tiempo t = 0 es registrada y se permite que el agua fluya a través de la muestra de suelo de manera que la diferencia final de carga en el tiempo $t = t_2$ sea h_2.

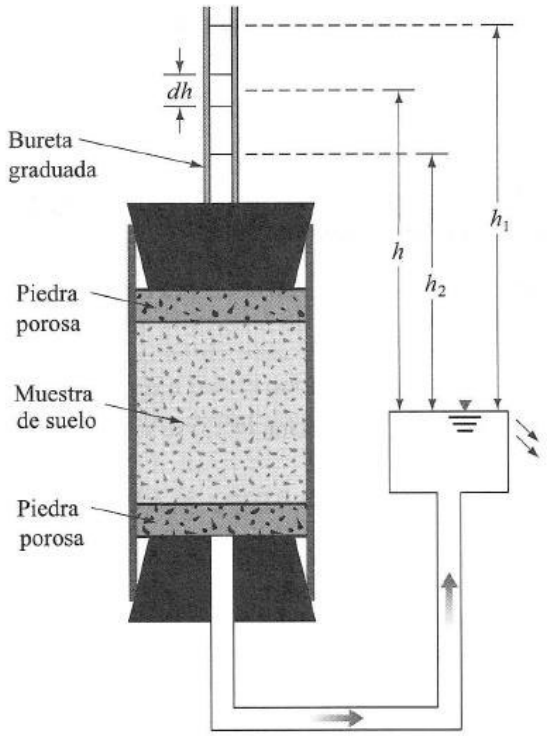


Figura 27. **Prueba de permeabilidad bajo carga variable**. Braja D., (1994)

2.2.10 Densidad

El suelo como todo cuerpo poroso tiene dos densidades. La densidad real (densidad media de sus partículas sólidas) y la densidad aparente (teniendo en cuenta el volumen de poros).[11]

2.2.10.1 Densidad Real. Es la relación entre la unidad de peso y la unidad de volumen de la fase sólida del suelo, siendo más o menos constante, ya que está determinado por la composición química y mineralógica de la fase sólida.

La densidad real es la relación que existe entre la masa de las partículas secas y el volumen real de la fase sólida (no el volumen aparente) conformada por las mismas, en contraste con la densidad aparente. Esta densidad de la masa del suelo incluye partículas individuales de arena, limo, arcilla y materia orgánica sin incluir los espacios porosos. [11]

En general, la densidad real de los suelos que no poseen cantidades anormales de minerales pesados, está alrededor de 2,65 si los contenidos de materia orgánica no superar a 1% (De Leenheer, 1967; De Boodt, 1965). Estos autores proponen reducir el valor 2,65 en 0,02 por cada 1% de aumento en el contenido de materia orgánica, hasta tenores de 5% de este componente del suelo.

Para contenidos mayores proponen determinar la densidad real directamente. A pesar de lo anterior, en los cálculos estándar se ha usado el valor 2,65. La densidad real se determina obteniendo el peso seco de la muestra de suelo y el volumen de los sólidos de la muestra. Eso último se realiza con un aparato denominado picnómetro, y el procedimiento significa la aplicación del principio de Arquímedes. [11]

2.2.10.2 ***Densidad aparente.*** La densidad aparente se define como el peso de una unidad de volumen de suelo que incluye su espacio poroso. La densidad aparente refleja el contenido total de porosidad en un suelo y es importante para el manejo de los suelos (refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire). También es un dato necesario para transformar muchos de los resultados de los análisis de los suelos en el laboratorio (expresados en % en peso) a valores de % en volumen en el campo.

Se define como la masa contenida en la unidad de volumen que ocupa la muestra. La densidad aparente incluye el espacio poroso y el material sólido, tanto mineral como orgánico.

La densidad aparente seca de un suelo da una indicación de la firmeza del suelo y con ella la resistencia que presentará a los implementos de labranza o raíces delas plantas cuando penetran en el suelo. A menor densidad aparente, mayor espacio poroso, es

decir, se trata de un suelo menos compacto, por lo tanto la densidad aparente, es inversamente proporcional al espacio poroso

La densidad aparente es una propiedad afectada por factores como:

- La textura
- La materia orgánica
- La consolidación
- La profundidad

La densidad aparente varía de acuerdo al estado de agregación del suelo, al contenido de agua y la proporción del volumen ocupado por los espacios intersticiales, que existen incluso en suelos compactos. La densidad aparente es afectada por la porosidad e influye en la elasticidad, conductividad eléctrica, conductividad térmica, en la capacidad calorífica a volumen constante y en la dureza.[20]

2.2.11 Sobrecarga o Carga de Servicio.

La carga de servicio está referida a los esfuerzos externos a la que está sometida la ladera en función al peso de los vehículos que transitan sobre ella en forma constante y homogénea.

El peso del vehículo se puede clasificar en tres tipos, como el peso seco o tara, el peso bruto vehicular o el peso máximo por eje.

El peso seco es el peso del vehículo en vacío (sin conductor, pasajeros ni carga), pero con su dotación completa de agua, combustible, lubricante, repuesto, herramientas y accesorios reglamentarios.

El peso bruto es el peso máximo en carga con que se permite la circulación normal de un vehículo y se obtiene sumando el peso más la carga máxima que un vehículo está autorizado a transportar.

El peso máximo por eje es el peso que gravita sobre el suelo, transmitido por la totalidad de las ruedas acopladas a ese eje. Los límites máximos para vehículos en carga dependen del tipo de eje. Pueden ser ejes simples, ejes dobles (tándem) o ejes triples (tridem).

Las dimensiones, el peso del vehículo y su carga no deben sobrepasar lo establecido en el reglamento.

En la tabla 7, según el Reglamento nacional de Vehículos aprobado mediante D.S. N° 058 – 2003 – MTC, se tiene la siguiente clasificación Vehicular y en la Tabla 6, los pesos vehiculares.

Tabla 7.
Clasificación Vehicular
Fuente. RNV. D.S. N° 058-2003-MTC

CATEGORÍAS	CLASIFICACIÓN	
L Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.	L1:	Vehículos de dos ruedas de hasta 50 cm^3 y velocidad máxima de 50 km/h
	L2:	Vehículos de tres ruedas de hasta 50 cm^3 y velocidad máxima de 50 km/h
	L3:	Vehículos de dos ruedas de más de 50 cm^3 o velocidad mayor de 50 km/h
	L4:	Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm3 o velocidad mayor de 50 km/h
	L5:	Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm3 o velocidad mayor de 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda una tonelada.
M Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros	M1:	Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.
	M2:	Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
	M3:	Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.
N	N1:	Vehículos de peso bruto vehicular de 3.5

Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía		toneladas o menos
	N2:	Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3.5 toneladas hasta 12 toneladas.
	N3:	Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.
O Remolques (incluidos semirremolques)	O1:	Remolques de peso bruto vehicular de 0.75 toneladas o menos.
	O2:	Remolques de peso bruto vehicular de más de 0.75 toneladas hasta 3.5 toneladas.
	O3:	Remolques de peso bruto vehicular de más de 3.5 toneladas hasta 10 toneladas.
	O4:	Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

Tabla 8.
Pesos Vehiculares
Fuente. RNV. D.S. N° 058-2003-MTC

NOMBRE	NOMENCLATURA	PESO (KG)
AUTOMÓVIL	AT1	760.00
STATION WAGON	SW2	1,170.00
CAMIONETA PICK UP	PK3	1,380.00
CAMIONETA PANEL	CP4	2,505.00
CAMIONETA RURAL	CR5	2,400.00
MINI BUS	MN6	3,300.00
OMNIBUS DE 2 EJES	2EO	18,000.00
OMNIBUS DE 3 EJES	3EO	23,000.00
OMNIBUS DE 4 EJES	4EO	30,000.00
CAMION DE 2 EJES	2EC	17,000.00
CAMION DE 3 EJES	3EC	23,000.00
CAMION DE 4 EJES	4EC	30,000.00
CAMION DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	C2R2	39,000.00

CAMION DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	C2R3	48,000.00
CAMION DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	C3R2	48,000.00
CAMION DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	C3R3	48,000.00
CAMION DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 4 EJES	C3R4	48,000.00
CAMION DE 4 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	C4R2	48,000.00
CAMION DE 4 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	C4R3	48,000.00
CAMION DE 4 EJES Y REMOLQUE DE 4 EJES	C4R4	48,000.00
T. CAMION DE 2 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 1 EJE	T2S1	28,000.00
T. CAMION DE 2 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 2 EJE	T2S2	37,000.00
T. CAMION DE 2 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 3 EJE	T2S3	41,000.00
T. CAMION DE 3 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 1 EJE	T3S1	37,000.00
T. CAMION DE 3 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 2 EJE	T3S2	46,000.00
T. CAMION DE 3 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 3 EJE	T3S3	48,000.00

2.2.12 Modelos Matemáticos:

En ciencias aplicadas, un modelo matemático es uno de los tipos de modelos científicos que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables y/o entidades u operaciones, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad. El término modelización matemática es utilizado también en diseño gráfico cuando se habla de modelos geométricos de los objetos en dos (2D) o tres dimensiones (3D).[14]

- ***Clasificaciones de los modelos.*** Se podría decir que un modelo de las ciencias físicas es una traducción de la realidad física de un sistema físico en términos matemáticos, es decir, una forma de

representar cada uno de los tipos entidades que intervienen en un cierto proceso físico mediante objetos matemáticos. Las relaciones matemáticas formales entre los objetos del modelo, deben representar de alguna manera las relaciones reales existentes entre las diferentes entidades o aspectos del sistema u objeto real. Así una vez "traducido" o "representado" cierto problema en forma de modelo matemático, se pueden aplicar el cálculo, el álgebra y otras herramientas matemáticas para deducir el comportamiento del sistema bajo estudio. Un modelo físico requerirá por tanto que se pueda seguir el camino inverso al modelado, permitiendo reinterpretar en la realidad las predicciones del modelo.[14]

- ***Tipos de Modelos Matemáticos***
  - Modelo cuantitativo es aquel cuyos principales símbolos representan números. Son los más comunes y útiles en los negocios.
  - Modelo cualitativo aquel modelo cuyos símbolos representan en su mayoría a Cualidades no numéricas. Una fuente importante es la teoría de conjuntos.
  - Modelo Probabilístico aquellos basados en la estadística y probabilidades (donde se incorpora las incertidumbres que por lo general acompañan nuestras observaciones de eventos reales).
  - Modelo Determinístico corresponde a aquel modelo cuantitativo que no contiene consideraciones probabilísticas.
  - Modelo Descriptivo cuando el modelo simplemente describe una situación del mundo real en términos matemáticos, descripción que puede emplearse para exponer una situación con mayor claridad, para indicar como pueden reajustarse o aún para determinar los valores de ciertos aspectos de la situación.

- Modelo Optimizador corresponde al modelo ideado para seleccionar entre varias alternativas, de acuerdo a determinados criterios, la más óptima.

Los modelos de cualquier clase, sin importar su refinamiento y exactitud, pueden probar ser poco prácticos si no están respaldados con datos confiables. Si se distorsionan las estimaciones, la solución obtenida, pese a ser óptima en un sentido matemático, en realidad será de calidad inferior desde la perspectiva del sistema real. En consecuencia, la disponibilidad de datos puede tener un efecto directo en la precisión del modelo. La recopilación de datos puede ser la parte más difícil para determinar un modelo y desgraciadamente no se pueden sugerir reglas para este procedimiento.

Por lo común los modelos matemáticos son de índole iterativa, vale decir, se llega a la respuesta final en pasos o iteraciones y cada iteración acerca la solución al nivel óptimo, pero no todos los modelos matemáticos poseen algoritmos de solución que converjan al nivel óptimo por dos razones:

El algoritmo de solución converge al nivel óptimo solo en teoría. La convergencia teórica señala que hay un límite superior finito, pero sin indicar cuan alto puede ser ese límite. Por lo tanto, se puede gastar horas y horas de computadora sin alcanzar la iteración final.

La complejidad del modelo matemático puede hacer imposible idear un algoritmo de solución. Por lo tanto, el modelo puede mantenerse no factible en términos de cálculo.[14]

2.2.13 Econometrics Views 7.

El Econometric Views es un software que comprende un paquete estadístico moderno y de alta precisión que ofrece una interfaz orientada al usuario y análisis sofisticado de las bases de datos. El Eviews7 combina la tecnología de la hoja de cálculo con las tareas tradicionales encontradas en el software estadístico convencional. El EViews7 puede ser empleado para análisis estadístico en general, pero es especialmente útil para realizar análisis econométrico, como modelos de corte transversal, datos en panel y estimación y predicción con modelos de series de tiempo. Entre los tipos de archivo con los que es compatible destacan el Excel, SPSS, SAS, Stata, RATS, y TSP.

El EViews7 representa en la actualidad una herramienta estadística de importancia para los investigadores académicos, corporaciones, agencia de gobierno y estudiantes universitarios, de modo el pronóstico, el modelamiento para la toma de decisiones, así como la realización de análisis confiables sean aceptables. La combinación de metodologías tradicionales con la tecnología moderna es la mejor opción, por lo que el uso del software Eviews7 será de reconocida importancia. El Ewiews7 representa un excelente operador estadístico por cuanto comprende una potente herramienta de comparación de resultados, así como la mejora de modelos de datos de cualquier índole mediante evaluaciones probabilísticas específicas. [8]

2.2.14 Ley de Regresión Lineal.

La ley de Regresión Universal promueve un Método Matemático o Forma Funcional de Ajuste Lineal, relacionando las variables independientes o regresoras con una variable dependiente o endógena, propósito desarrollable a través de un algoritmo lineal de ajuste por mínimos cuadrados en donde los parámetros obtenidos medirán la influencia sobre la variable dependiente (Y) por parte de las variables

independientes (Xi), por lo que cabe destacar las siguientes consideraciones a tenerse en cuenta.[4]

- La relación entre variables es lineal.
- Los errores en la medición de las variables son aleatorias, no observables e independientes entre sí.
- Los errores de medición tienen varianza constante, para cualquier valor de Xi.
- El error total es la sumatoria de todos los errores.

El procedimiento sistemático propuesto será necesariamente evaluado por factores estadísticos aplicables como.

- Supuestos representativos: Multicolinealidad, heterocedasticidad y autocorrelación.
- Bondad de ajuste: A través del coeficiente de determinación.
- Prueba de Hipótesis: Mediante contrastación o test de hipótesis, teniendo en cuenta la hipótesis nula (Ho) y la hipótesis alterna (Ha), basados en el comportamiento del estadístico de contraste, se obtendrán valores estadísticamente significativos (Rechazo de Ho) o estadísticamente no significativos (Aceptación de Ho).

Procedimiento que permitirá la determinación de la variable dependiente (Y) previa obtención de los coeficientes de regresión. El modelo matemático de Regresión o ajuste lineal está expresado por el siguiente algoritmo.

$$Y = B0 + B1X1 + B2X2 + \ldots + BnXn + \varepsilon$$

Donde:

- Y = Variable Dependiente o regresando.
- Xi = Variables Independientes o regresoras.
- Bj = Parámetros o coeficientes que miden la influencia de

las variables independientes sobre la variable dependiente.

- ε = Error o residuo.

Los modelos lineales son una explicación simplificada de la realidad, mucho más ágil y con un soporte teórico por parte de la matemática y la estadística mucho más extenso. El problema de la regresión, consiste en estimar valores determinados para los coeficientes desconocidos Bj, de modo el algoritmo quede completamente especificado, para ello se necesita un conjunto de observaciones.

El término regresión se utilizó por primera vez en el estudio de las variables antropométricas, al comparar la estatura de los padres e hijos. El término lineal, se emplea para distinguirlo del resto de técnicas de regresión, que emplean modelos basados en cualquier clase de función matemática. Los modelos lineales son una explicación simplificada de la realidad, mucho más ágil y con un soporte teórico por parte de la matemática y la estadística mucho más extenso. El problema de la regresión, consiste en estimar valores determinados para los coeficientes desconocidos Bj, de modo el algoritmo quede completamente especificado, para ello se necesita un conjunto de observaciones.[21]

2.2.15 Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson (R):

El Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson de n pares de valores de una variable bidimensional (X, Y) es el índice R que se calcula por la siguiente relación.[4]

$$R = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$$

Donde:

Sxy : Es la covarianza de X e Y.

Sx : Es la desviación estándar de X.

Sy : Es la desviación estándar de Y.

Interpretación:

R = 1 : Se dice que hay una correlación perfecta positiva.

R = -1 : Se dice que hay una correlación perfecta negativa.

R = 0 : Se dice que no hay correlación entre las dos variables.

2.2.16 Coeficiente de Determinación (R2):

El Coeficiente de Determinación R^2 se define como el cociente expresado de la siguiente manera.[4]

$$R^2 = \frac{SCR}{SCT}$$

Donde:

SCR : Es la suma de los cuadrados debido a la regresión.

SCT : Es la suma de los cuadrados en total.

SCE : Es la suma de los cuadrados de los errores.

También

$$SCT = SCE + SCR$$

Interpretación:

$R^2 = 1$: Sólo si SCE es igual a 0, o si $Y_i = \hat{Y}_i$, para los n datos de la muestra, lo que significa que todos los Y_i están en la recta de regresión.

$R^2 = 0$: Sólo si SCR es igual a 0, o si $\hat{Y}_i = \overline{Y}$, para los n datos de la muestra, lo que significa que Y_i no cambia cuando cambia X_i, en este caso no hay correlación ni regresión.

El coeficiente de determinación R^2, representa una medida de la proximidad del ajuste de la recta de regresión, cuanto mayor sea el valor de R^2, mejor será el ajuste y más útil la recta de regresión como instrumento de predicción.[4]

2.2.17 Gráficos de Control:

Los Gráficos de control sirven para poder analizar el comportamiento de los diferentes parámetros y poder prever causas especiales, los cuales de describen de la siguiente manera.

- ***Patrón de Tendencia.*** Se da la Causa especial cuando seis o más puntos consecutivos se encuentran aumentando o disminuyendo en la gráfica, como se muestra en la figura 28.

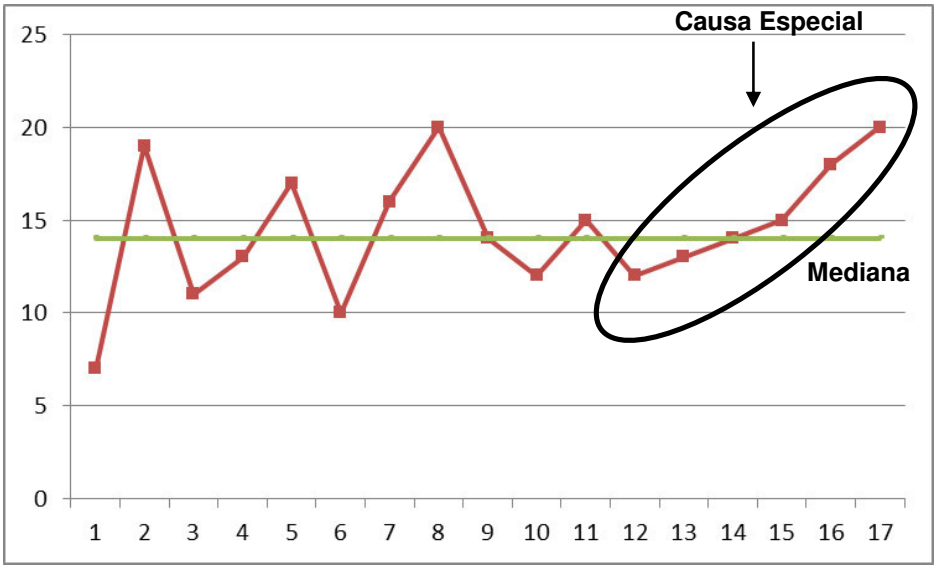


Figura 28. **Patrón de Tendencia.** Córdoba, M. (2009)

- ***Patrón de Desplazamiento.*** Se da la Causa especial cuando nueve o más puntos consecutivos se ubican en el mismo lado de la mediana, como se muestra en la figura 29.

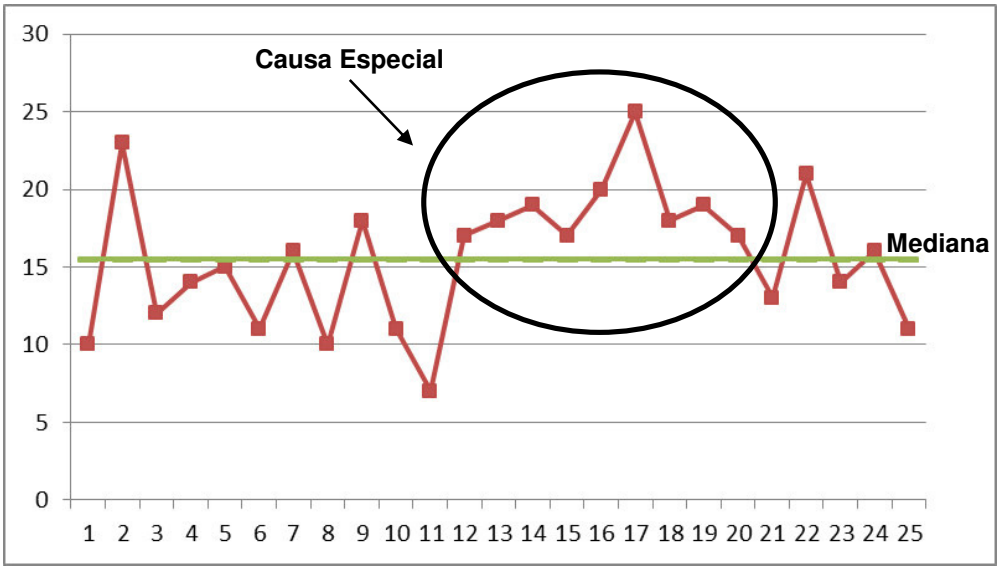


Figura 29. **Patrón de Desplazamiento**. Córdoba, M. (2009)

- ***Patrón de Diente de Sierra.*** Se da la Causa especial cuando catorce o más puntos consecutivos se ubican alternando subidas o bajadas, como se muestra en la figura 30.

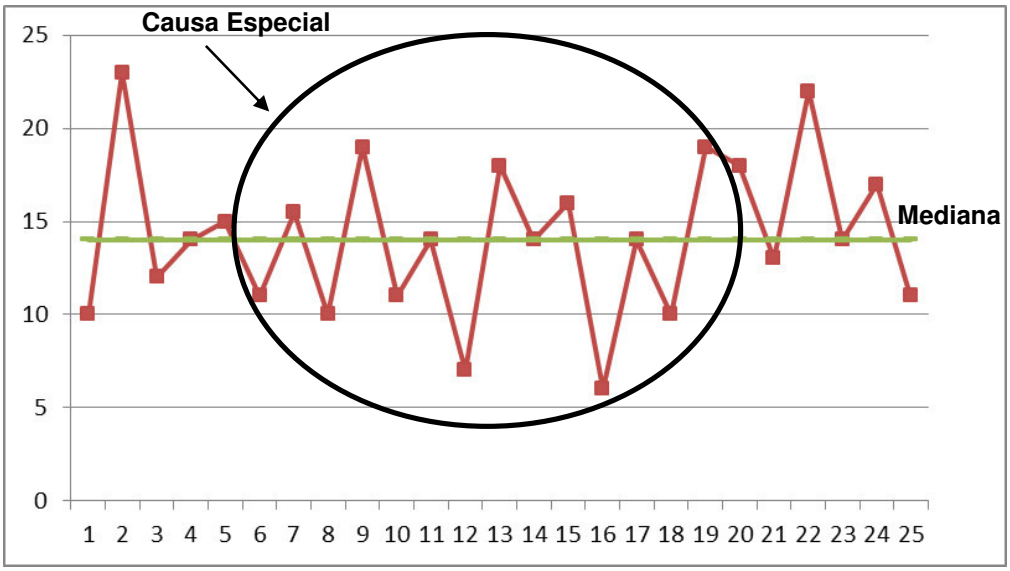


Figura 30. **Patrón de Diente de Sierra**. Córdoba, M. (2009)

2.3 Glosario de Términos

- ***AASHTO:*** American Associattion of State Highway Officials adoptó este sistema de clasificación de suelos (AASHTO M 145), tras varias revisiones del sistema adoptado por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos, en el que los suelos se agrupan en función de su comportamiento como capa de soporte o asiento del firme. Es el sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras.

- ***Análisis de Estabilidad de Taludes*:** Proceso en el que se evalúan cuantitativamente la interacción entre las fuerzas estabilizantes o resistentes y las fuerzas desestabilizantes o movilizantes que actúan sobre un talud.

- ***Bondad de ajuste:*** La bondad de ajuste, es entendida como lo "bien" que los datos se ajustan a la regresión. Por ello se plantean distintos "indicadores" que permiten seleccionar las variables que deben ser explicadas en un modelo econométrico.

- ***Coeficiente de correlación lineal de Pearson (R)***: Índice que relaciona la covarianza entre dos variables con sus correspondientes desviaciones estándares, define el grado de influencia entre ellos, necesario para todo análisis y evaluación probabilística.

- ***Coeficiente de determinación (R^2):*** El coeficiente de determinación es el que mide el nivel de ajuste del modelo que se ha estimado, es decir, evalúa si las variables regresoras explica adecuadamente la variable dependiente.

- ***Contenido de humedad:*** Es la cantidad de agua contenida en un material sobre la base de análisis volumétricos o gravimétricos. Esta

propiedad se utiliza en una amplia gama de áreas científicas y técnicas y se expresa como una proporción que puede ir de 0 (completamente seca) hasta el valor de la porosidad de los materiales en el punto de saturación.

- ***Densidad:*** Es la masa contenida en una unidad de volumen en de una muestra de suelo tal y como es, incluyendo el volumen ocupado por los poros.

- ***Deslizamientos:*** Son desplazamientos de masas de tierra o rocas (o ambos), por una pendiente abajo en forma súbita o lenta, el deslizamiento o derrumbe, es un fenómeno de la naturaleza que se define como "el movimiento pendiente abajo, lento o súbito de una ladera, formado por materiales naturales – roca – suelo, vegetación o bien de rellenos artificiales". Los deslizamientos o derrumbes se presentan sobre todo en la época lluviosa o durante períodos de actividad sísmica.

- ***Distribución F de Fisher:*** Distribución de una variable aleatoria continua X, según F con R1 y R2 grados de libertad y se representa por X en F(R1,R2), la distribución F de Fisher reporta una probabilidad 1 – α o un valor c = F1 – α, R1, R2 necesidad de toda evaluación estadística.

- ***Distribución T-student:*** Distribución de una variable aleatoria continua X, según t-student con R grados de libertad, representada por X en t(R), la distribución t-student reporta una probabilidad 1 – α o un valor c = t1 – α, R necesidad de toda evaluación estadística.

- ***Estabilidad de Taludes:*** Solución geotécnica integral que se implementa en un talud, sea de terraplén, de excavación, de corte, natural u otros, capaz de incorporarle equilibrio suficiente y sostenible, que atienda los

criterios gravitacionales y sísmicos, medidos por factores de seguridad, sin afectar negativamente a su entorno.

- ***Econometric Views 7:*** Software que comprende un paquete estadístico moderno y de alta precisión que ofrece una interfaz orientada al usuario y análisis sofisticado de las bases de datos. Econométrico versátil en toda interface de Windows, así como resolución y evaluación de ecuaciones, análisis estadístico, gráficos y simulaciones. El EViews7 puede ser empleado para análisis estadístico en general, pero es especialmente útil para realizar análisis econométrico, como modelos de corte transversal, datos en panel y estimación y predicción con modelos de series de tiempo.

- ***Factor de seguridad:*** Es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.

- ***Gráficos de control:*** Los Gráficos de control sirven para poder analizar el comportamiento de los diferentes procesos y poder prever posibles fallos de producción mediante métodos estadísticos.

- ***Inestabilidad de un talud:*** Referida a la no seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento, la cual puede ser producida por un desnivel que tiene lugar por razones geológicas o variaciones del nivel freático.

- ***Ladera:*** Perfil natural que sigue un suelo en contacto con la superficie libre o atmósfera, y ese perfil no es horizontal.

- ***Modelo:*** Representación conceptual, gráfica o numérica para describir, analizar, explicar y predecir eventos o acontecimientos específicos de la realidad.

- ***Modelo Matemático:*** Es uno de los tipos de modelos científicos que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables y/o entidades u operaciones, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad.

- ***Permeabilidad:*** Facilidad con que el agua puede fluir a través de los poros y discontinuidades de un suelo o macizo rocoso. Mientras más permeable sea el suelo, mayor será la filtración.

- ***Propiedades Físicas:*** Las propiedades físicas son aquellas cualidades que son mensurables en un sistema físico. Dichas mediciones se reflejan a través de valores, que pueden compararse con un cierto patrón. Las propiedades físicas proporcionan información básica del suelo. Estas propiedades físicas también pueden ser correlacionadas con otras propiedades fundamentales como la resistencia o la permeabilidad.

- ***Regresión Lineal:*** En estadística la regresión lineal o ajuste lineal es un modelo matemático usado para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente Y, las variables independientes X_i y un término aleatorio ε.

- ***Sobrecarga:*** La sobrecarga está referida a los esfuerzos externos a la que está sometida el suelo en función al peso de los vehículos que transitan sobre ella en forma constante y homogénea.

- ***SUCS:*** El Sistema unificado de clasificación de suelos, es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras.

- ***Suelos:*** Sustrato físico sobre el que se realizan las obras, del que importan las propiedades físico-químicas, especialmente las propiedades mecánicas.

- ***Suelos Arcillosos:*** Está formado por el 45% de arcilla, tiene una elevada retención de agua y nutrientes, posee una baja porosidad y por lo tanto carece de aeración. Son terrenos difíciles de trabajar por su elevada viscosidad y muestra gran resistencia para la penetración de las raíces les impide una buena aeración y por lo tanto las mismas terminan pudriéndose.

- ***Taludes:*** Superficie inclinada respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis General

El modelo matemático propuesto considerando el contenido de humedad, permeabilidad, densidad y sobrecarga, determina el Índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable.

3.2 Hipótesis específica

1. El incremento del contenido de humedad influye en el índice de inestabilidad de laderas en suelos arcillosos aprovechables para transporte carrozable.

2. El incremento de la permeabilidad influye en el índice de inestabilidad de laderas en suelos arcillosos aprovechables para transporte carrozable.

3. La disminución de la densidad influye en el índice de inestabilidad de laderas en suelos arcillosos aprovechables para transporte carrozable.

4. El incremento de la sobrecarga influye en el índice de inestabilidad de suelos arcillosos aprovechables para transporte carrozable.

5. Los coeficientes del modelo matemático, influyen en diferente grado en la determinación del índice de inestabilidad de suelos arcillosos aprovechables para transporte carrozable.

3.3 Identificación de Variables

Variables Independientes.

w : Contenido de humedad

K : Permeabilidad

ρ : Densidad

SC : Sobrecarga

Variable Dependiente

I : Índice de Inestabilidad

3.4 Operacionalización de Variables.

El caso establece como estadístico de contraste a la variable dependiente participante y su propósito de demostrar si es explicada por las variables independientes, en el escenario del análisis de regresión lineal, significa si las variables independientes tienen la capacidad de ser estadísticamente significativas o si ayudan a conocer la variable dependiente, para ello se describe las siguientes hipótesis estadísticas.

Hipótesis Nula:

Ho: Bi = 0 Todas las variables Independientes Xi no son significativas, por tanto no influyen en la inestabilidad de los suelos arcillosos.

Hipótesis Alterna:

Ha: Bi ≠ 0 Todas las variables Independientes Xi son significativas, por tanto influyen en la inestabilidad de los suelos arcillosos.

Por tanto la necesidad de evaluar los parámetros o coeficientes de regresión (Bi) obtenidos, a través de la contrastación de hipótesis acorde a la estrategia descrita, así para la ecuación de regresión.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4} + \varepsilon_i$$

Bi = 0 Entonces Y = Bo, luego Y permanece constante para cualquier valor de Xi. Se dice por tanto que no hay regresión.

Bi ≠ 0 Entonces Y ≠ Bo, luego Y no permanece constante y depende de los valores de Xi. Se dice por tanto que hay regresión.

Planteamiento que se prueba utilizando los estadísticos t-student y f-fisher, tanto para el análisis individual y global respectivamente, teniéndose en cuenta el nivel de significancia α = 5%, permitirá emplear los criterios de decisión aplicables, esto es.

Si, Pvalue ≥ 5%, Entonces se acepta Ho

Si Pvalue ≤ 5%, Entonces se acepta Ha

Por tanto, en la operacionalización, será necesario que los Bi ≠ 0 y que el Pvalue o valor mínimo de significación correspondiente tenga valores < 5%.

La operacionalización planteada se basa en la siguiente caracterización técnica.

Variable	Clase	Tipo	Especificación	Unidad	Instrumento
Físicas	Dependiente	Cuantitativo continuo	Inestabilidad	m/día	Medición directa con instrumentos de precisión
	Independiente	Cuantitativo continuo	Contenido de humedad	%	Equipos de Laboratorio
	Independiente	Cuantitativo continuo	Permeabilidad	cm/seg	Equipos de Laboratorio
	Independiente	Cuantitativo continuo	Densidad	gr/cm3	Equipos de Laboratorio
	Independiente	Cuantitativo continuo	Sobre carga	Ton/día	Medición directa

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 Tipo y Nivel de Estudio

El presente estudio de acuerdo a su fin es APLICADA, según el periodo en que se capta la información es PROSPECTIVO, de acuerdo a la técnica de contrastación es EXPLICATIVO, según su rigurosidad es **EXPERIMENTAL**, de nivel CUASI EXPERIMENTAL, al presentar muestras intencionadas, en donde la técnica de verificación es con pre prueba y post prueba, mediante la participación de grupos de control y grupos experimentales antes y después de la aplicación del modelamiento lineal formulado, evaluado y procesado; y según el nivel de análisis del comportamiento de las variables es PREDICTIVO.

Método de la Investigación: Cuantitativo.

4.2 Diseño de la Investigación

4.2.1 Modelo Teórico

<u>Algoritmo Matemático</u>

Modelo basado en la Ley de Regresión Universal formulada por Francis Galton (1889).

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{1}^{n} \left(\beta_{jn}\, x\, X_{in}\right) + \varepsilon_i$$

Donde:

Y_i = Variable dependiente o de respuesta.

X_{in} = Variables independientes o explicativas.

B_o = Constante.

B_{jn} = Coeficientes de regresión.

ε_i = Término de error.

Modelamiento Matemático

Teniendo en cuenta la variable endógena Índice de inestabilidad (I) y las variables exógenas o independientes, Contenido de humedad (W), Permeabilidad (K), Densidad (ρ) y Sobrecarga (SC), se tiene.

$$\boldsymbol{I} \rightarrow \boldsymbol{f}(\mathbf{w}, \mathbf{K}, \rho, SC)$$

Conllevando a la siguiente ecuación de regresión lineal.

$$\boxed{\boldsymbol{I} = \boldsymbol{K_1} + \boldsymbol{K_2}(\boldsymbol{w}) + \boldsymbol{K_3}(\boldsymbol{K}) + \boldsymbol{K_4}\left(\frac{\mathbf{1}}{\rho}\right) + \boldsymbol{K_5}(\boldsymbol{SC})}$$

Donde:

I = Índice de Inestabilidad

w = Contenido de Humedad

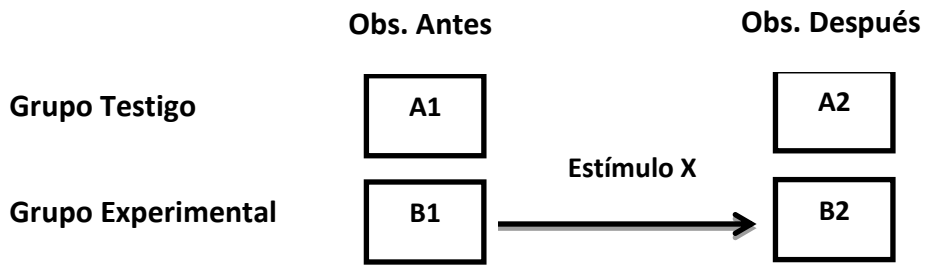
K = Permeabilidad

ρ = Densidad

SC = Sobrecarga

4.2.2 Modelamiento Físico

Técnica de verificación con pre prueba y post prueba, mediante la participación de grupo testigo y grupo experimental antes y después de la aplicación del modelamiento lineal formulado, evaluado y procesado.



Donde:

- Pre-Prueba : Datos de Campo antes del empleo de la Fórmula
- Estímulo : Generación de la Fórmula y resultados de la aplicación de la fórmula.
- Post-Prueba : Datos de Campo en condición de ser comparados con los resultados usados en la fórmula.

4.3 Población y Muestra de la Investigación

4.3.1 Población o Universo

La población de los datos de la presente investigación comprende a la carretera de acceso la Urbanización El Pinar ubicada en la localidad de Huaraz.

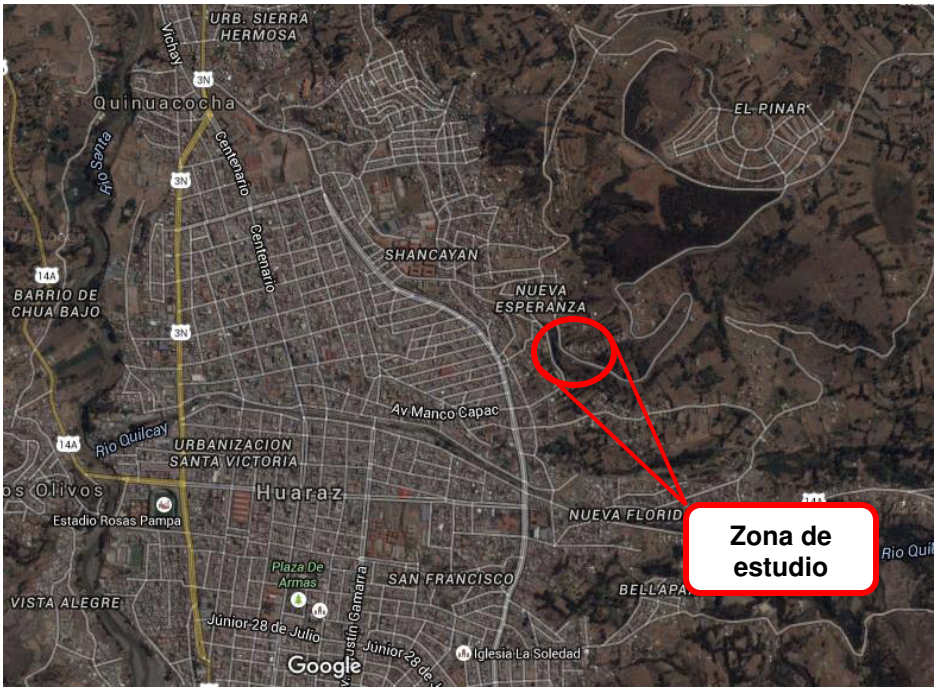


Figura 31. **Ilustración de la Zona de Estudio.** Elaboración Propia

4.3.2 Muestra y Unidad de Análisis

Los datos fueron tomados de la Carretera de acceso la Urbanización El Pinar del Tramo 0+840 a 0+980 durante los meses Enero y Diciembre del año 2015, obteniéndose un total de 47 datos, los cuales 32 fueron empleados para la construcción del modelo matemático (pre prueba) y 15 para su comprobación (post prueba).

En seguida se señala la siguiente caracterización al respecto.

- Muestra : Ladera en la carretera en el tramo mencionado.
- Característica de la muestra : Intencionada
- Unidad de análisis : Inestabilidad de los suelos arcillosos del tramo 0+840 a 0+980

- Variables : Inestabilidad, contenido de humedad, permeabilidad, densidad y sobrecarga.

4.4 Técnicas e instrumentos de Investigación

4.4.1 Instrumentos de recolección de datos.

La obtención de los valores de las variables cuantitativas, en este caso representados por los parámetros físicos, se realizó mediante ensayos de laboratorio a través de la unidad de control o calicata de exploración (Estación 01 – Calicata), así como mediante la estación de conteo del tráfico (Estación 02 – Conteo de tráfico), expresión de las fuentes de la recolección directa de datos, propios de las variables independientes, adicionalmente y a través de los puntos o hitos de control (Punto D, punto E, punto F y punto G) enlazados a una red de triangulación topográfica de precisión (Punto A, punto B y punto C), se logró la recolección directa de datos propios de la variable dependiente seleccionada.

4.5 Técnicas Estadísticas de Análisis y Procesamiento de Datos.

4.5.1 Especificación y Descripción del Modelo General.

En el presente modelo de ajuste o de regresión lineal múltiple, nos proponemos explicar el comportamiento de una variable (dependiente) a partir de otras variables (regresoras o explicativas). Utilizamos el concepto de distribución de probabilidad condicionada, pues se busca conocer los estimadores de los parámetros de regresión con la finalidad de conocer el valor esperado de Y, a partir de Xi conocido.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_k X_{i4} + \varepsilon_i \qquad \forall_i = 1, \ldots,$$

La variable $\mathbf{Y_i}$ es la variable dependiente, las variables $\mathbf{X_{ik}}$, son las variables independientes y $\boldsymbol{\varepsilon_i}$ es la perturbación aleatoria o comúnmente llamado término de error. Los $\boldsymbol{\beta_i}$ son los parámetros asociados a cada una de las variables explicativas, también llamados **coeficientes de regresión** y miden el impacto de cada variable independiente en relación al comportamiento de la variable dependiente.

Los parámetros o coeficientes de regresión de la población que no sean conocidos $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_k$, es lo que se pretende hallar, lo que es posible obtener utilizando información muestral.

El algoritmo lineal arriba indicado, se genera mediante la siguiente notación matricial.

$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix}_{nx1}, X = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \cdots & X_{nk} \end{bmatrix}_{nxk} \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix}_{kx1}, \varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}_{nx1}$$

4.5.2 Prueba o Contrastación Estadística.

Se fundamenta en la teoría de Probabilidades, que tiene por finalidad generalizar los resultados obtenidos mediante muestras, en el presente caso posible mediante la distribución t-student y f-fisher. Las pruebas estadísticas o contrastación de hipótesis comprende el procedimiento para aceptar o rechazar una hipótesis, acerca de un parámetro de la población. Así se tiene.

- Hipótesis Nula (Ho), cuando hay dependencia entre las variables, en este caso todos los coeficientes iguales a cero.

- Hipótesis Alterna (Ha), cuando no hay dependencia entre las variables, en este caso todos los coeficientes diferentes a cero.

Consiguientemente los coeficientes de regresión (Bi) del modelo de ajuste lineal serían evaluados por la prueba de hipótesis, es decir si son estadísticamente significativos o si el correspondiente valor de Xi ayuda a conocer el comportamiento de la variable dependiente Y, por tanto se platean las siguientes pruebas en el contexto de la regresión lineal.

- **Hipótesis Individual.**

  Ho: $B_i = 0$; $\boldsymbol{X_i}$ no es significativa (Hipótesis Nula). ***Y*** constante para cualquier valor de X_i.

  Ha: $B_i \neq 0$; $\boldsymbol{X_i}$ es significativa (hipótesis alterna). ***Y*** no constante depende del valor $\boldsymbol{X_i}$.

  Considerando el nivel de significancia α = 5% se emplean los siguientes criterios de decisión, basados en el valor de la probabilidad asociada al estadístico "t" (t-student) calculado.

  - Si Pvalue ≥ 5% se acepta Ho (región de aceptación)
  - Si Pvalue< 5% se acepta Ha (región de rechazo).

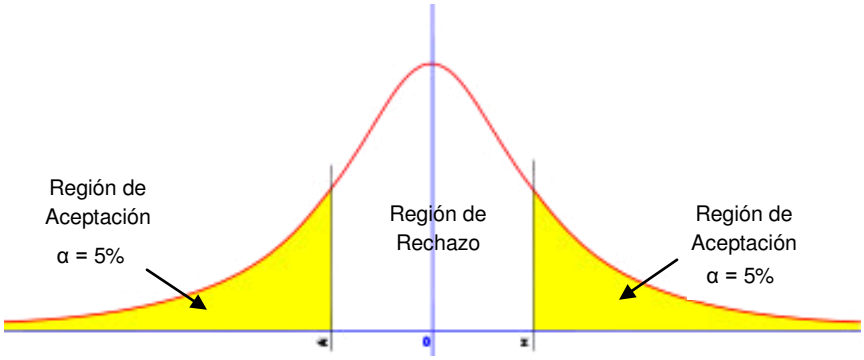


Figura 32. **Distribución t-student.** Córdoba, M. (2009)

- **Hipótesis Grupal.**

  Ho: $B_1 = B_2 = \ldots = B_i = 0$, todas las variables no son significativas. ***Y*** constante para cualquier del valor de $\boldsymbol{X_i}$.

  Ha: $B_1 \neq B_2 \neq \ldots \neq B_i \neq 0$, todas las variables $\boldsymbol{X_i}$ son significativas. ***Y*** no constante depende del valor de $\boldsymbol{X_i}$.

  Igualmente considerando el nivel de significancia α = 5%, basados en el valor de la probabilidad asociada al estadístico "F" (f-fisher) calculado o nivel mínimo de significación, se tienen los siguientes criterios.

  - Si F ≥ 5% se acepta Ho (región de aceptación)
  - Si F < 5% se rechaza Ho o se acepta Ha (región de rechazo).

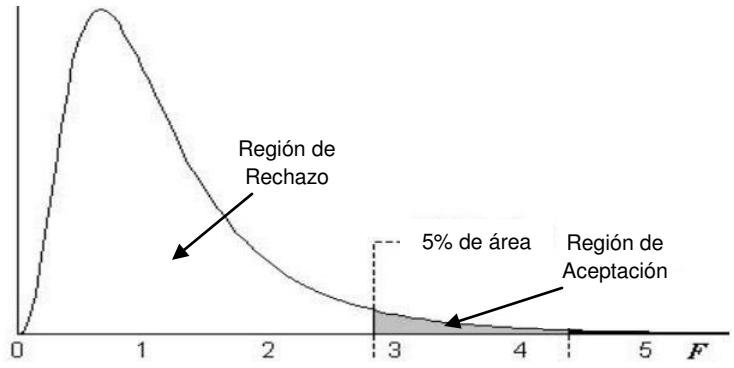


Figura 33. **Distribución F de Fisher.** Córdoba, M. (2009)

Destacar la importancia del Análisis Previo de la Educación de Regresión Lineal o Modelo Matemático obtenido (evaluación de formulación), para ello se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones.

- **Supuestos estadísticos:**

  Estadísticamente el modelo requiere se tenga en cuenta las siguientes condiciones o supuestos.

  a) Correlación.

  $Cor\left(X_i, X_j\right) = 0$ No existe multicolinealidad

  $Cor\left(X_i, X_j\right) \neq 0$ Existe multicolinealidad

  Caracterización estadística teniéndose en cuenta los valores típicos de los coeficientes de correlación, así R = 1 (correlación perfecta positiva), R = -1 (correlación perfecta negativa), R = 0 (inexistencia de relación entre variables independientes).

  b) Varianza del Error.

  $var\ (u_i) = \sigma_i^2$ Existe Homocedasticidad

  $var\ (u_i) \neq \sigma_i^2$ Existe Heterocedasticidad

  c) Correlación serial.

  $Cov\left(u_i, u_j\right) = 0$ No existe autocorrelación

  $Cov\left(u_i, u_j\right) \neq 0$ Existe autocorrelación

  El modelo en el presente caso emplea los errores estándar robustos de Newey – West (HAC) producto de la medición, que tiene en cuenta a las variables regresoras significativas según el tamaño de muestra y grados de libertad correspondientes, teniendo en cuenta el criterio de parsimonia corrige la heterocedaticidad y autocorrelación, es decir se genera la corrección automática de las condiciones antedichas, por tanto será diferente el resultado según la prueba Durbin – Watson.

- **Coeficiente de Determinación (R^2):**

  La Bondad de Ajuste de los coeficientes de regresión obtenidos y correspondiente nivel de explicación, es posible analizar a través del Coeficiente de Determinación, que mide el nivel de ajuste del modelo matemático planteado, es decir evalúa si las variables independientes o regresoras explican adecuadamente la variable dependiente, para el caso señala si las variaciones de la variable dependiente (Índice de Inestabilidad), es explicada por las variables independientes (contenido de humedad, permeabilidad, densidad y sobre carga). Todo coeficiente de determinación alto, significa en la misma proporción una explicación alta, consiguientemente el saldo resultante mínimo comprende el error o residuo. Por tanto se tiene,

  $R^2 \rightarrow 0$, No explica nada, no hay implicancia de las variables independientes. Residuo Alto.

  $R^2 \rightarrow 1$, Aceptable explicación, hay implicancia de las variables independientes. Residuo Bajo.

  El procesamiento de la información comprende la siguiente síntesis.

Modelo Lineal	**Evaluación de la Formulación**	**Evaluación de la aplicación**
Regresión Lineal	Correlación (R)	Prueba de Hipótesis: Ho: Hipótesis Nula Ha: Hipótesis Alterna • Distribución t-Student (Pvalue < α) • Distribución F-fisher (Pvalue < α)
	Varianza del Error (σ^2)	
	Correlación Serial (S u_i, u_j)	
	Bondad de Ajuste (R^2)	

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

El modelamiento matemático empleando 32 datos para la elaboración de la fórmula mediante el operador Eviews 7, presenta el siguiente algoritmo de ajuste:

$$\boldsymbol{I = -0.080227 + 0.002389(w) + 9.014148(K) + 0.058063\left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.02x10^{-05}(SC)}$$

Procediéndose con la ecuación de Ajuste o Regresión Lineal calculada mediante el software Eviews 7, se tiene:

Variable Independiente	Coeficiente	Prob. (T-Estatistic)	Prob. (F-Estatistic)	R^2
Constante	-0.080227	0.000		
Contenido de Humedad	0.002389	0.000		
Permeabilidad	9.014148	0.000		
Densidad	0.058063	0.000		
Sobre carga	$-1.02x10^{-5}$	0.000		
			0.000	0.98847

Resultados que conllevan a la siguiente Interpretación:

- Los valores P individuales obtenidos en el análisis simultáneo de las variables participantes son < 5%, significa que están en la región de Rechazo, por tanto se acepta la hipótesis alterna, haciendo significativa a la variable independiente correspondiente.

- El valor P logrado (valor mínimo de significación) considerando a las variables independientes en global es < 5%, por tanto las variables independientes en conjunto son significativas.

- Los valores P obtenidos < 5% califican a los coeficientes de regresión como estadísticamente significativas, por tanto son determinados o ayudan a explicar la variable dependiente.

- Los supuestos estadísticos del modelo, conllevan al siguiente análisis.

a) Teniendo en cuenta la correlación entre las variables independientes participantes (Multicolinealidad), se tiene la siguiente matriz

	w	**K**	ρ	**SC**
w	1	0.7773	-0.5746	0.7924
K	0.7773	1	-0.7913	0.7901
ρ	-0.5746	-0.7913	1	-0.4995
SC	0.7924	0.7901	-0.4995	1

Se aprecia que los índices correlativos comprenden valores menores a 0.80, significa que están en la escala de correlación moderada.

b) Teniendo en cuenta la varianza del error (Heterocedasticidad), precisar que el modelo procesado mediante el software Eviews 7, considera errores estándar grandes durante la medición, corregido mediante el HAC incorporado, por tanto corrige automáticamente la heterocedasticidad generada.

c) Teniéndose en cuenta la correlación global entre las variables explicativas (Autocorrelación), destacar que el modelo procesado por el software Eviews 7, considera errores altos corregidos automáticamente por el HAC incorporado, por tanto también se corrige la Autocorrelación en el presenta caso.

- El valor del coeficiente de determinación R^2 = 0.98847, equivale a que la variable dependiente es explicada por las variables independientes en un 98.85% y el 1.15% restante, pertenece al error o residuo no explicado por la recta de regresión.

- De las variables independientes, teniéndose en cuenta la relación inversamente proporcional entre la densidad y las variables humedad, permeabilidad y efecto por sobrecarga, confirma la "fortaleza" del algoritmo lineal obtenido, por cuanto confirma la incidencia de los mismos en el comportamiento de la variable dependiente que se asemeja o guarda relación con la interacción a mayor densidad se tendrá menor contenido de humedad, permeabilidad y efecto por sobrecarga, consiguientemente lo contrario promoverá una condición desfavorable.

- Para una interpretación práctica (análisis de elasticidad, selección de factores individuales teniendo en cuenta la nueva implicancia de otros) de los coeficientes de regresión obtenidos en la correspondiente ecuación lineal de ajuste, así como la consideración de valores representativos en la muestra seleccionada, se tiene:

a) Cuando el contenido de humedad se incrementa en 01 Und (1%), el índice de inestabilidad (desplazamiento) se incrementa en 0.002m

b) Cuando la permeabilidad se incrementa en 01 Und (1cm/seg), el índice de inestabilidad (desplazamiento) se incrementa en 9.014 m.

c) Cuando la densidad se reduce en 01 Und (1 gr/cm^3), el índice de inestabilidad (desplazamiento) se incrementa en 0.058m.

d) Cuando la sobrecarga se reduce en 01 Und (1tn/día), el índice de inestabilidad se reduce en 1 x 10^{-5} m.

- La influencia del contenido de humedad, la permeabilidad, la densidad y la sobre carga, en el índice de inestabilidad del suelo arcilloso para laderas aprovechables para transporte carrozable, se encuentran traducidos en los siguientes valores procesados matemáticamente para la elaboración del modelo matemático, representación numérica que condiciona la aplicación y eficiencia del modelo de ajuste obtenido.

Contenido de Humedad (w) %	**Permeabilidad (K) cm/seg**	**Densidad (ρ) gr/cm^3**	**Sobre carga (SC) tn/día**
10.85 a 23.10	0.0022 a 0.0041	0.537 a 1.961	255.90 a 991.32

- La toma de datos en campo reportan resultados concordantes con las propiedades físicas de los suelos arcillosos respecto al contenido de humedad, permeabilidad y densidad.

- El Índice de Inestabilidad diario (desplazamiento), hallado mediante el modelamiento matemático en un periodo experimental de setiembre a diciembre 2015 reporta la siguiente información.

Fecha	Desplazamiento (m/día)
14/09/2015	0.0097
21/09/2015	0.0035
28/09/2015	0.0120
05/10/2015	0.0220
12/10/2015	0.0101
19/10/2015	0.0223
26/10/2015	0.0093
02/11/2015	0.0065
09/11/2015	0.0088
16/11/2015	0.0096
23/11/2015	0.0111
30/11/2015	0.0074
07/12/2015	0.0099
14/12/2015	0.0080
21/12/2015	0.0098

Discusión de Resultados.

- Los valores del contenido de humedad, de la permeabilidad, de la densidad, así como también factores que actúen sobre esta como la sobrecarga o carga de servicio que interactúan sobre la ladera, determinan su inestabilidad mediante la aplicación del modelamiento matemático descrito, el cual reporta el desplazamiento diario de la ladera en estudio.

- El Eviews 7, es un programa de análisis y cálculo estadístico de todo modelo lineal de ajuste de información significativa, complementariamente desarrolla un análisis depurado de la base de datos, propiciando pronósticos y estimaciones eficientes. Su relativa limitante de permitir hasta 04 variables independientes en el análisis y

solución de la ecuación de regresión múltiple, da cuenta de la incorporación de factores o supuestos estadísticos (análisis de parsimonia), con fines de evaluar los coeficientes de regresión obtenidos, que en la presente investigación son valores diferentes de cero dando cuenta de la influencia de las variables independientes sobre la variable dependiente. La Ecuación de ajuste múltiple obtenida con el software Eviews 7 comprende.

$$\boldsymbol{I = -0.080227 + 0.002389(w) + 9.014148(K) + 0.058063\left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.02x10^{-05}(SC)}$$

- Las especificaciones y unidades de las variables participantes concerniente a la obtención de los coeficientes de regresión del modelo matemático descrito son los siguientes.

Variable	**Especificación**	**Unidad**	**Instrumento de Medición**
Dependiente	Inestabilidad	m/día	Estación Total en coordenadas X, Y
Independiente	Contenido de humedad	%	Ensayo de Laboratorio
Independiente	Permeabilidad	cm/seg	Ensayo de Laboratorio
Independiente	Densidad	gr/cm3	Ensayo de Laboratorio
Independiente	Sobre carga	Ton/día	Conteo diario de tráfico

Las unidades señaladas de las variables participantes para el caso, representan su indiscutible peculiaridad, por cuanto reportan la identificación de su magnitud en el modo (datos de calidad obtenidos) y forma (resultados eficaces obtenidos) establecidos.

- La fórmula o algoritmo logrado mediante Regresión Lineal Múltiple, esto es por iteración matricial simultánea mediante el Software Eview 7, da cuenta de una operación numérica compacta a través de la

participación de 04 variables causa y 01 variable efecto, expresadas mediante un conjunto de 32 datos con sus respectivas unidades, los mismos que han conllevado a la definición y obtención de específicos coeficientes de regresión, es decir coeficientes traducidos en valores que rigen la participación o incidencia, de las variables participantes y de sobremanera la consideración de sus correspondientes unidades, significa que la fórmula como en todo algoritmo experimental, estará condicionada a las variables participantes, así como correspondientes unidades con las que la fórmula ha sido creada.

- Los factores de evaluación de los coeficientes de regresión obtenidos, conforme a la siguiente descripción, promueven un singular análisis concerniente a los supuestos estadísticos típicos, bondad de ajuste y test de hipótesis, así se tiene lo siguiente.

<table>
<tr><th>Supuesto Estadístico</th><th>Bondad de Ajuste</th><th>Test de Hipótesis</th></tr>
<tr><td>Multicolinealidad < 0.80</td><td rowspan="3">Coeficiente de determinación
R^2 = 0.98847</td><td rowspan="2">Nivel mínimo de significación (T-student).
Pvalue < 5%</td></tr>
<tr><td>Heterocedasticidad (corregido por el HAC)</td></tr>
<tr><td>Autocorrelación (corregido por el HAC)</td><td>Nivel mínimo de significación (F-fisher).
Pvalue < 5%</td></tr>
</table>

- El algoritmo de ajuste lineal múltiple, cumple con los requisitos asignables al caso, en lo concerniente a los supuestos estadísticos considerados, esto es Multicolinealidad moderada (correlación entre variables regresoras), resultante de una condición aceptable. Heterocedasticidad y Autocorrelación corregidos automáticamente por el HAC o estimador Newey – West del software, en relación a la

consideración de los errores estándares robustos generadas durante la obtención de la información.

- El HAC incorporado (Newey–West) del software Eview 7, representa un aplicativo del señalado software, expresamente diseñado para corregir la Heterocedasticidad y Autocorrelación emergente (HAC), resultante de la iteración matricial u operación simultánea exigible, la práctica y correspondiente interpretación da cuenta de una operación o iteración de 32 ecuaciones con solo 05 incógnitas (coeficientes de regresión), escenario numérico indiscutiblemente sensible que se tiene que atender o corregir, de modo las desviaciones o potenciales errores sean mínimos y consiguientemente aceptables, efecto operativo atendido aplicándose el PRINCIPIO DE PARSIMONIA, significa que empleándose el criterio de la explicación simple a la resultante de desviaciones o diferencias entre los valores ajustados a la recta de regresión y otros no ajustados, la explicación se traduce en que esta debe ser SIEMPRE MÍNIMO. Particularidad comprobada a través del correspondiente Coeficiente de Determinación que adicionalmente da cuenta de la magnitud del error residual resultante.

- El Coeficiente de Determinación R^2 de la regresión desarrollada equivale al 98.85%, significa que los cambios que afronta la variable dependiente son explicadas en un 98.85% por las variables independientes, correspondiendo el 1.15% al error o residuo no explicado por la regresión.

- La contrastación de Hipótesis, considera para el caso un nivel de significación α = 5%, promoviendo que el valor experimental sea mayor al valor teórico, evaluación basada en información pre establecida de la función de distribución probabilística t-student (análisis de manera individual), es decir si el Pvalue (nivel mínimo de

significación) < 5%, significa que los coeficientes obtenidos inducen a emplazar a las variables independientes en la región de significación de tamaño α. De igual manera el Pvalue (nivel mínimo de significación) considerando las variables independientes de manera global según lo contemplado por el f-fisher, se obtiene un Pvalue < 5%, significando igualmente que las variables independientes se emplazan en la región de aceptación de la hipótesis alterna.

- Haciendo referencia al análisis de elasticidad (enfoque individual de variables, haciendo constante a las demás) del algoritmo de ajuste obtenido, se describe lo siguiente:

Variable Independiente	**Valor Participante Variable Independiente**	**Valor Participante Variable Dependiente**
w	↑ 01 UND (1%)	Índice de Inestabilidad ↑ 0.002 m
k	↑ 01 UND (1 cm/seg)	Índice de Inestabilidad ↑ 9.014 m
ρ	↑ 01 UND (1 gr/cm^3)	Índice de Inestabilidad ↓ 0.058 m
sc	↓ 01 UND (1 tn/día)	Índice de Inestabilidad ↓ 1 x 10^{-5} m

- El índice de inestabilidad de este tipo de ladera está en función de las propiedades físicas y factores externos que actúan sobre la ladera, consiguientemente toda acción conducente a la mejora de la condición de estabilidad será importante, la misma que se traduce en revegetación, obras de contención eficientes, obras de drenaje, etc., lo que representará control de toda expresión dinámica en laderas.

- Teniéndose en cuenta la Hipótesis general, se acepta la solución tentativa planteada, entonces.

  - El modelo matemático propuesto considerando el contenido de humedad, permeabilidad, densidad y sobrecarga, determina el Índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable.

- Igualmente para las hipótesis específicas, se tiene.
  - La variación del contenido de humedad influye directamente en el índice de inestabilidad de Laderas en Suelos Arcillosos Aprovechables para Transporte Carrozable.

  - La variación de la permeabilidad influye directamente en el índice de inestabilidad de Laderas en Suelos Arcillosos Aprovechables para Transporte Carrozable.

  - La variación de la densidad influye inversamente en el índice de inestabilidad de Laderas en Suelos Arcillosos Aprovechables para Transporte Carrozable.

  - La variación de la sobre carga influye directamente en el índice de inestabilidad de Laderas en Suelos Arcillosos Aprovechables para Transporte Carrozable.

  - Los coeficientes obtenidos del modelo matemático influyen de sobremanera e indiscutiblemente en el índice de inestabilidad de Laderas en Suelos Arcillosos Aprovechables para Transporte Carrozable, por cuanto condicionan la influencia de las variables independientes en el comportamiento de la variable dependiente.

- Considerando los gráficos de control de comportamiento de las variables participantes durante su medición en la prueba y post prueba, se tiene.

Etapa	Parámetros	Patrón			Desviación Estándar (S)	Valores fuera del límite (3S)
		Tendencia	Desplazamiento	Diente de Sierra		
Pre Prueba	Contenido de humedad	-	-	-	3.8400	-
	Permeabilidad	-	-	-	0.0005	-
	Densidad	-	-	-	0.0818	-
	Sobrecarga	-	-	-	227.71	-
Post Prueba	Contenido de humedad	-	-	-	2.4100	-
	Permeabilidad	-	-	-	0.0003	01
	Densidad	-	-	-	0.0649	01
	Sobrecarga	-	-	-	130.65	-

Se evidencia que el patrón considerado (tendencia, desplazamiento y diente de sierra), es inexistente, consiguientemente no se tiene causa especial durante la recolección de información de campo, por tanto los valores serán consistentes y aceptables para su aplicación.

- Teniéndose en cuenta los resultados obtenidos o valores experimentales logrados a nivel de post prueba (15 valores), comparados con los valores aplicados durante la toma de datos correspondiente al periodo 14-09-2015 al 21-12-2015 del tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar, se obtiene el siguiente coeficiente de correlación lineal de Pearson.

Modelo Matemático	Coeficiente de correlación lineal de Pearson
$I = -0.080227 + 0.002389(w) + 9.014148(K) + 0.058063\left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.02x10^{-05}(SC)$	R = 0.9946

Valores representativos que evidencian un alto grado de correlación o asociación entre los valores experimentales o modelados con los valores aplicados, dando cuenta de la **eficiencia del algoritmo de ajuste lineal múltiple obtenido.** La referencia teórica da cuenta del grado de asociación obtenido, así como correspondiente repercusión analítica.

5.2 Pruebas de hipótesis

Basada en la Estadística Inferencial, por cuanto generaliza los resultados obtenidos de las muestras a la población en estudio. La distribución probabilística t-statistic y f-statistic permiten la contrastación de hipótesis teniendo en cuenta un nivel de significación definida (α = 5%).

Cuyo detalle estadístico comprende.

- **Modelo de regresión Lineal:**

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4$$

- **Hipótesis Individual:**

  - Planteamiento:

    - ✓ Ho: $B_i = 0$; X_i no es significativa (Hipótesis Nula), producto constante para cualquier valor de X_i.

    - ✓ Ha: Bi ≠ 0; Xi es significativa (Hipótesis Alterna), producto no constante depende del valor de Xi.

  - Prueba:

    Mediante aplicación de la Distribución t y análisis del correspondiente Pvalue o valor P y nivel de significación α=5%, permite adoptar los siguientes criterios de decisión.

    - ✓ Si Pvalue ≥ 5%, se acepta Ho. (región de aceptación)

    - ✓ Si Pvalue< 5%, se acepta Ha (región de rechazo).

- **Hipótesis Grupal:**

  - Planteamiento:

    - ✓ Ho: $B_1 = B_2 = \ldots = B_i = 0$; todas las variables X_i no son significativas, producto constante para cualquier valor de X_i.

    - ✓ Ha: $B_1 \neq B_2 \neq \ldots \neq Bi \neq 0$; todas las variables Xi son significativas, producto no constante depende del valor de Xi.

- Prueba:

  Mediante aplicación de la Distribución t y análisis del correspondiente Pvalue o valor P y nivel de significación α=5%, permite adoptar los siguientes criterios de decisión.

  ✓ Si Pvalue ≥ 5%, se acepta Ho. (región de aceptación)

  ✓ Si Pvalue< 5%, se acepta Ha (región de rechazo).

Los resultados obtenidos en la muestra seleccionada en el presente trabajo de investigación, empleando el software Eviews 7 comprende.

Variable Independiente	**Coeficiente**	**Prob. (T-Estatistic)**	**Prob. (F-Estatistic)**
Constante	-0.080227	0.000	
Contenido de Humedad	0.002389	0.000	
Permeabilidad	9.014148	0.000	
Densidad	0.058063	0.000	
Sobre carga	$-1.02x10^{-5}$	0.000	
			0.000

5.3 Presentación de resultados

5.3.1 Comportamiento de las Variables Independientes. Proceso de medición.

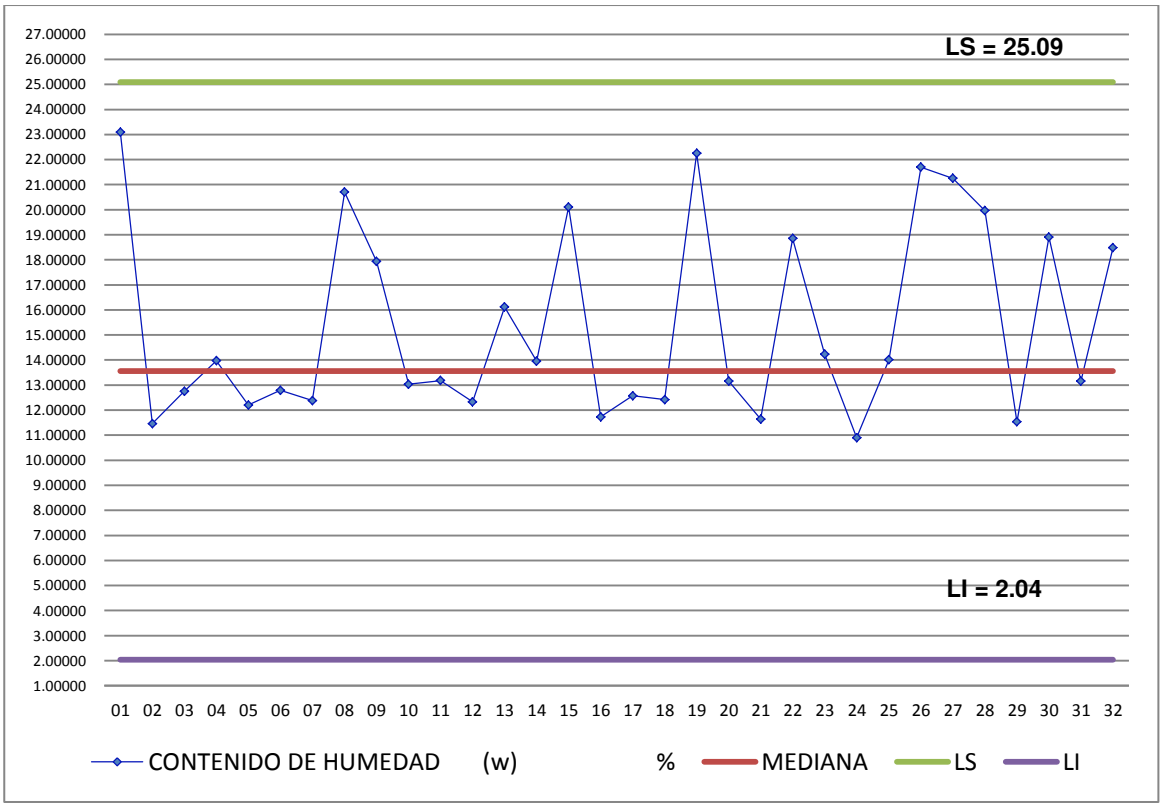


Figura 34. **Comportamiento del Contenido de Humedad.**
Fuente: Elaboración Propia

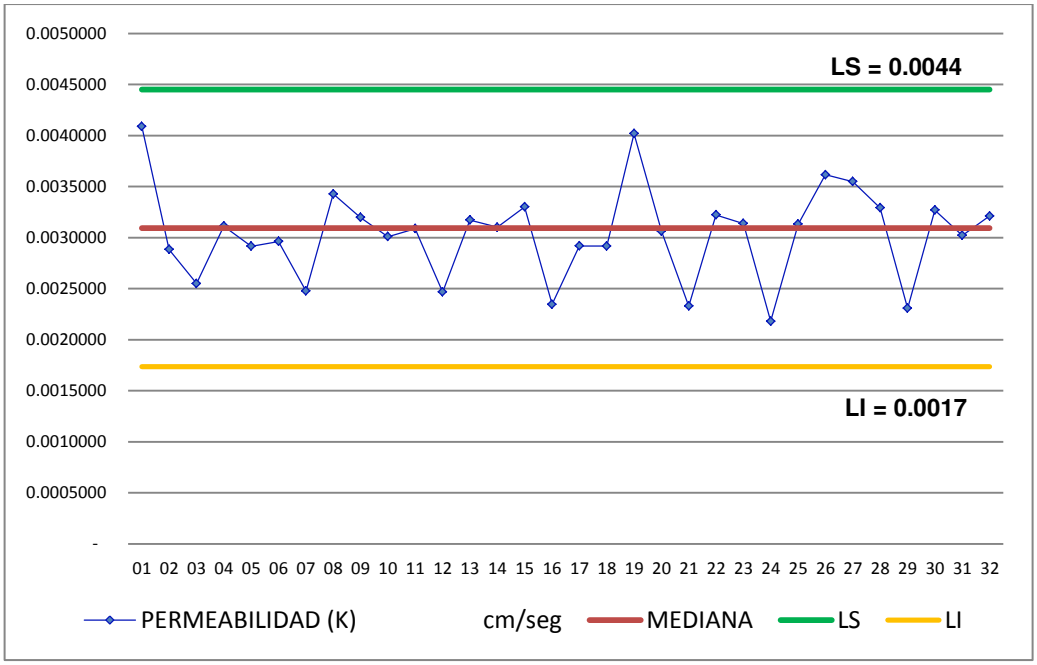


Figura 35. **Comportamiento de la Permeabilidad.**
Fuente: Elaboración Propia

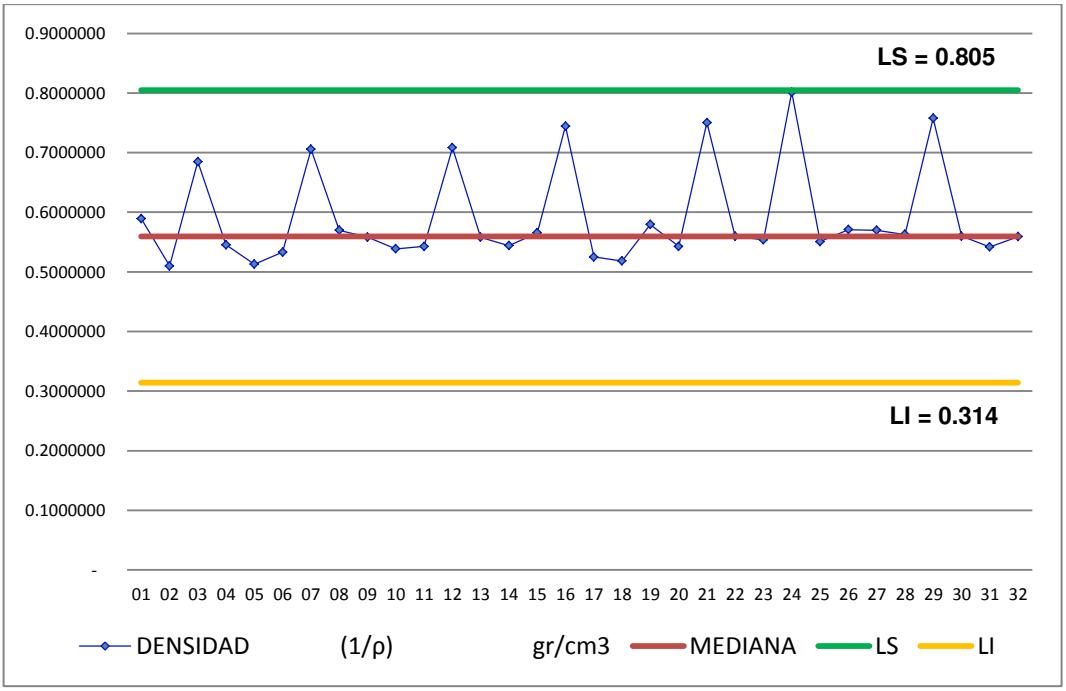


Figura 36. **Comportamiento de la Densidad.**
Fuente: Elaboración Propia

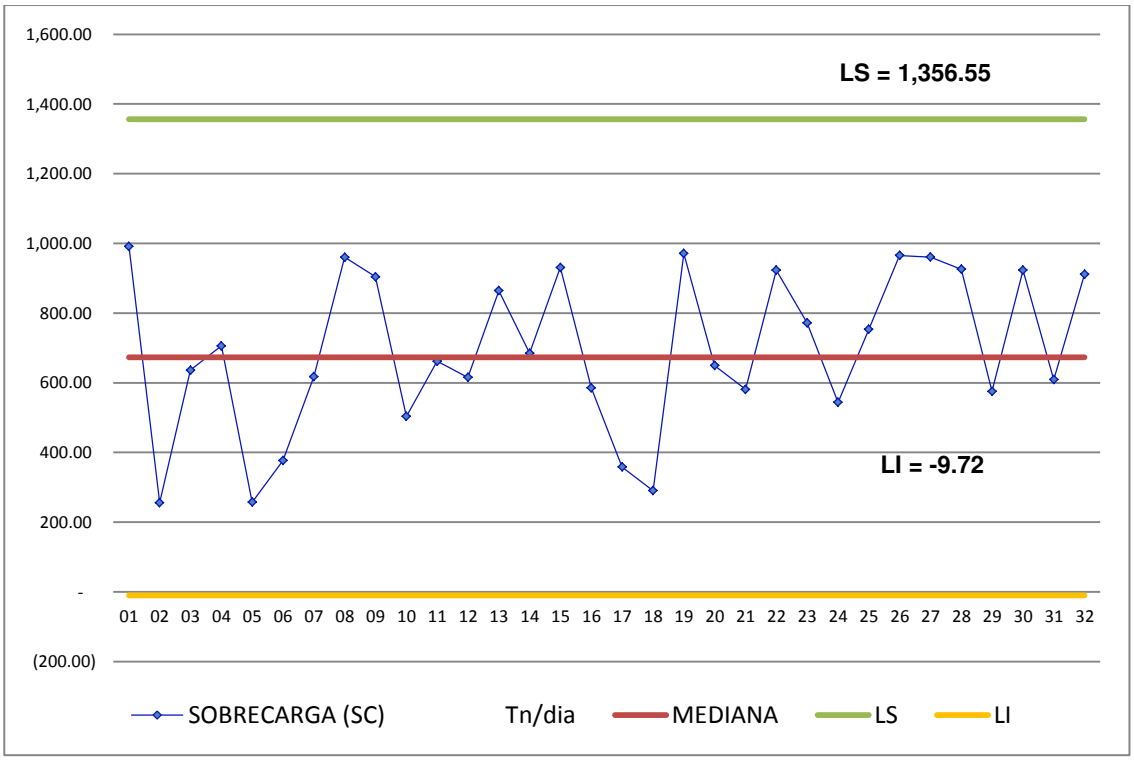


Figura 37. **Comportamiento de la Sobrecarga**
Fuente: Elaboración Propia

5.3.2 Resultado del Procesamiento con el software Econometric Views 7.

Equation: EQ01 Workfile: BASE DE DATOS FINAL22-04-16::Untitle...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: I
Method: Least Squares
Date: 04/22/16 Time: 17:15
Sample: 1 32
Included observations: 32
HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.080227	0.004649	-17.25702	0.0000
DEN	0.058063	0.003668	15.83056	0.0000
SC	-1.02E-05	1.71E-06	-5.976659	0.0000
W	0.002389	0.000153	15.57568	0.0000
K	9.014148	1.362990	6.613509	0.0000

R-squared	0.988470	Mean dependent var	0.011170
Adjusted R-squared	0.986762	S.D. dependent var	0.009694
S.E. of regression	0.001115	Akaike info criterion	-10.61665
Sum squared resid	3.36E-05	Schwarz criterion	-10.38763
Log likelihood	174.8665	Hannan-Quinn criter.	-10.54074
F-statistic	578.6941	Durbin-Watson stat	2.028742
Prob(F-statistic)	0.000000		

Figura 38. **Resultado del Procesamiento Eviews 7**

MODELO: I = -0.080227 + 0.002389*W + 9.014148*K + 0.058063*ρ' - 1.02x10^{-5}*SC						
Nº Muestra	DESPLAZAMIENTO (I) m	CONTENIDO DE HUMEDAD (w) %	SOBRECARGA (SC) Tn/dia	PERMEABILIDAD (K) cm/seg	DENSIDAD (1/ρ) gr/cm3	DENSIDAD (ρ) gr/cm3
1	0.0358	23.10	991.32	0.00409	0.58928	1.697
2	0.0024	11.46	255.90	0.00288	0.50994	1.961
3	0.0068	12.75	636.31	0.00255	0.68508	1.460
4	0.0060	13.97	705.77	0.00311	0.54526	1.834
5	0.0026	12.20	257.34	0.00292	0.51282	1.950
6	0.0027	12.79	376.66	0.00296	0.53305	1.876
7	0.0066	12.38	617.84	0.00248	0.70555	1.417
8	0.0257	20.70	960.10	0.00343	0.56980	1.755
9	0.0131	17.93	904.43	0.00320	0.55835	1.791
10	0.0028	13.03	503.38	0.00301	0.53879	1.856
11	0.0040	13.18	661.89	0.00309	0.54259	1.843
12	0.0066	12.33	615.35	0.00247	0.70841	1.412
13	0.0112	16.12	864.42	0.00317	0.55804	1.792
14	0.0051	13.95	684.95	0.00310	0.54407	1.838
15	0.0200	20.11	930.88	0.00330	0.56561	1.768
16	0.0063	11.73	585.40	0.00235	0.74465	1.343
17	0.0027	12.57	358.46	0.00292	0.52493	1.905
18	0.0027	12.42	290.33	0.00292	0.51813	1.930
19	0.0316	22.25	970.72	0.00402	0.57937	1.726
20	0.0031	13.16	649.38	0.00306	0.54259	1.843
21	0.0063	11.64	580.91	0.00233	0.75041	1.333
22	0.0166	18.85	922.92	0.00322	0.55991	1.786
23	0.0080	14.23	771.89	0.00314	0.55371	1.806
24	0.0059	10.90	543.98	0.00218	0.80135	1.248
25	0.0060	14.01	753.38	0.00313	0.55066	1.816
26	0.0295	21.70	965.45	0.00362	0.57078	1.752
27	0.0266	21.25	960.74	0.00355	0.56980	1.755
28	0.0184	19.96	926.02	0.00329	0.56275	1.777
29	0.0062	11.53	575.42	0.00231	0.75757	1.320
30	0.0173	18.91	922.92	0.00327	0.55991	1.786
31	0.0028	13.16	609.08	0.00302	0.54201	1.845
32	0.0160	18.48	911.10	0.00321	0.55897	1.789

Figura 39. **Datos empleados para el Procesamiento Eviews 7**

5.3.3 Resultados Post Prueba con el software Eviews 7 y comparación con los valores reales.

MODELO: $I = -0.080227 + 0.002389*W + 9.014148*K + 0.058063*\rho' - 1.02x10^{-5}*SC$

N° Muestra	CONTENIDO DE HUMEDAD (w) %	SOBRECARGA (SC) Tn/dia	PERMEABILIDAD (K) cm/seg	DENSIDAD (ρ) gr/cm3	DENSIDAD (1/ρ) gr/cm3	DESPLAZAMIENTO (I) m/día	DESPLAZAMIENTO modelo (I) m/día
1	15.80	843.09	0.00316	1.795	0.5572	0.00987	0.00972
2	12.90	492.01	0.00297	1.863	0.5368	0.00275	0.00347
3	16.84	896.04	0.00319	1.791	0.5583	0.01247	0.01201
4	20.31	934.28	0.00338	1.768	0.5656	0.02366	0.02205
5	15.73	785.03	0.00315	1.792	0.5579	0.00908	0.01011
6	20.33	950.50	0.00342	1.768	0.5656	0.02379	0.02230
7	15.30	763.57	0.00306	1.752	0.5709	0.00822	0.00928
8	10.85	541.49	0.00217	1.242	0.8050	0.00583	0.00648
9	14.97	747.10	0.00300	1.714	0.5835	0.00804	0.00879
10	15.78	844.16	0.00316	1.798	0.5562	0.00911	0.00961
11	16.26	867.64	0.00308	1.729	0.5783	0.01204	0.01109
12	13.86	691.70	0.00277	1.587	0.6302	0.00744	0.00742
13	15.74	785.53	0.00314	1.802	0.5549	0.00845	0.00993
14	14.41	719.15	0.00288	1.650	0.6062	0.00774	0.00805
15	15.82	844.16	0.00316	1.797	0.5565	0.00988	0.00975
				PROMEDIO		0.01056	0.01067
				CORRELACION LINEAL DE PEARSON		0.99465	

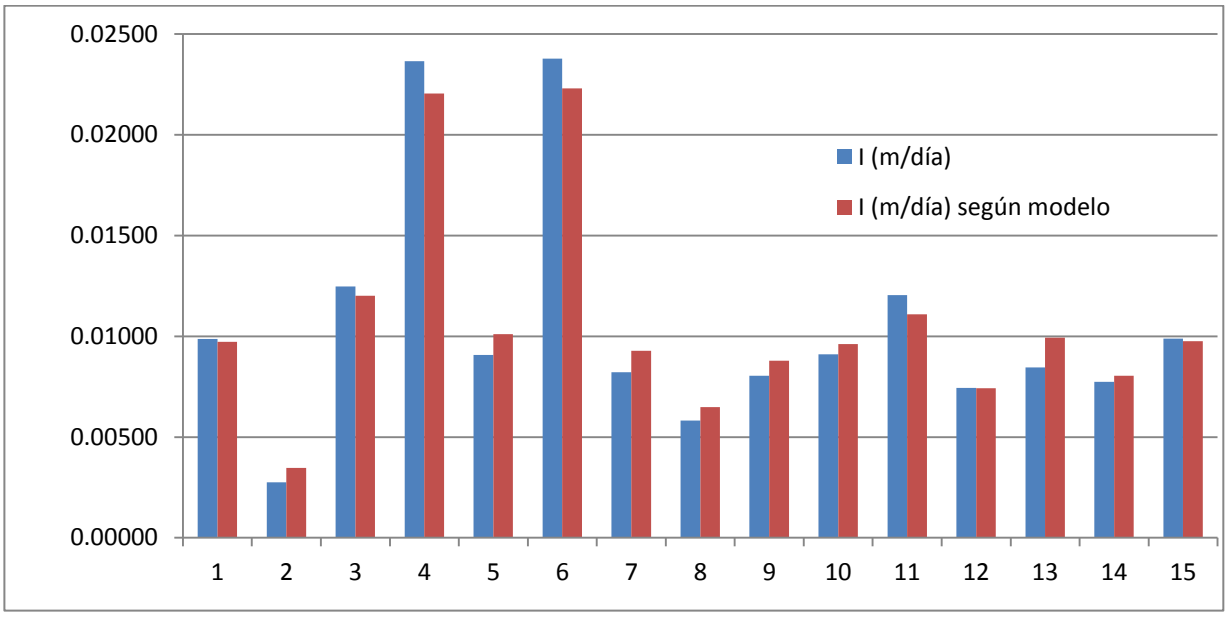
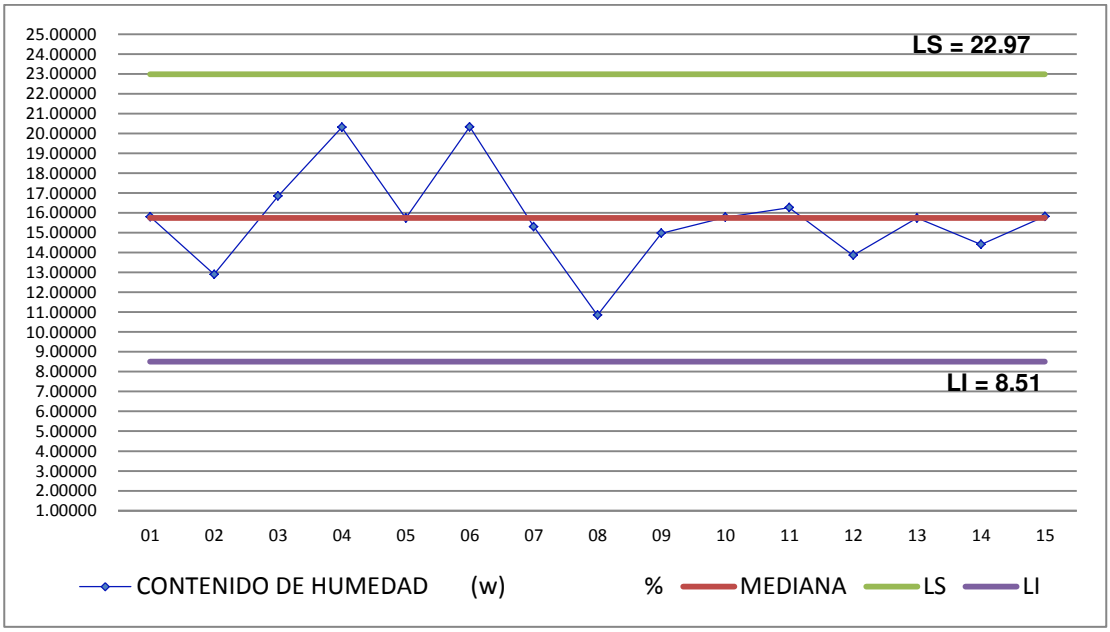


Figura 40. **Ilustración de Resultados Post Prueba**

5.3.4 Comportamiento de las Variables Independientes según resultados post prueba.



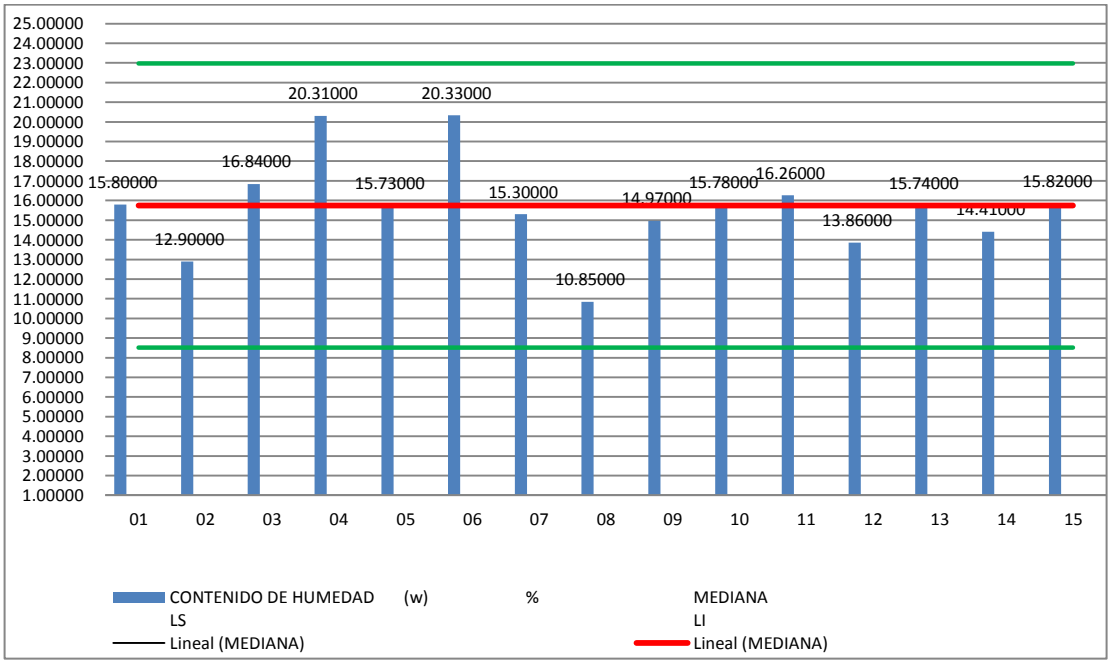
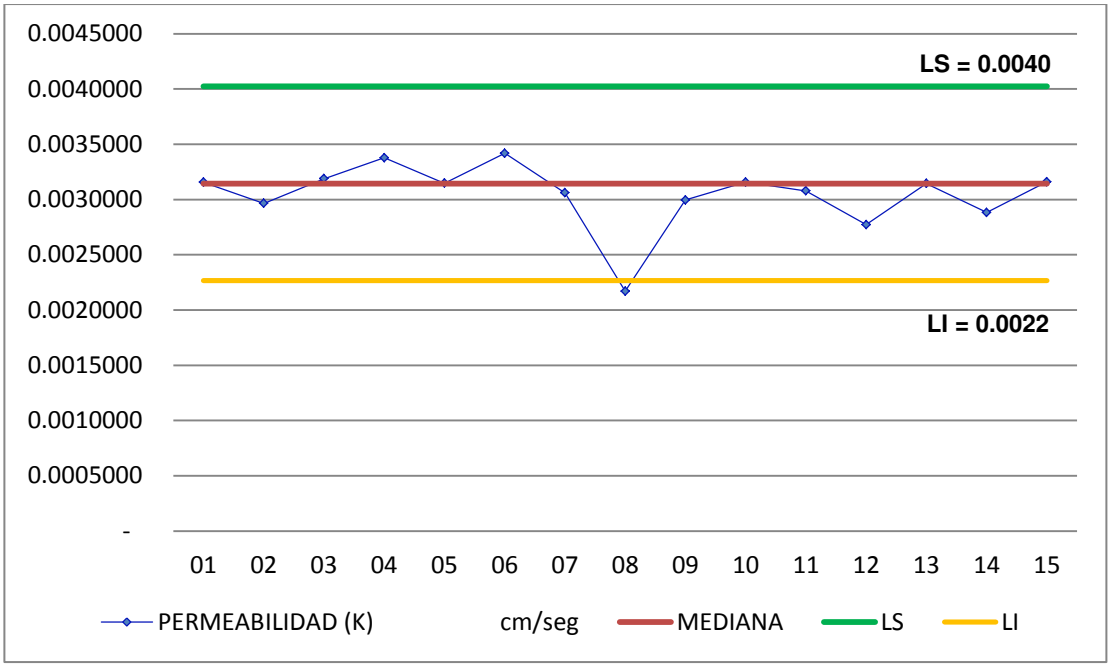


Figura 41. **Resultados post prueba del Contenido de Humedad**
Fuente: Elaboración Propia



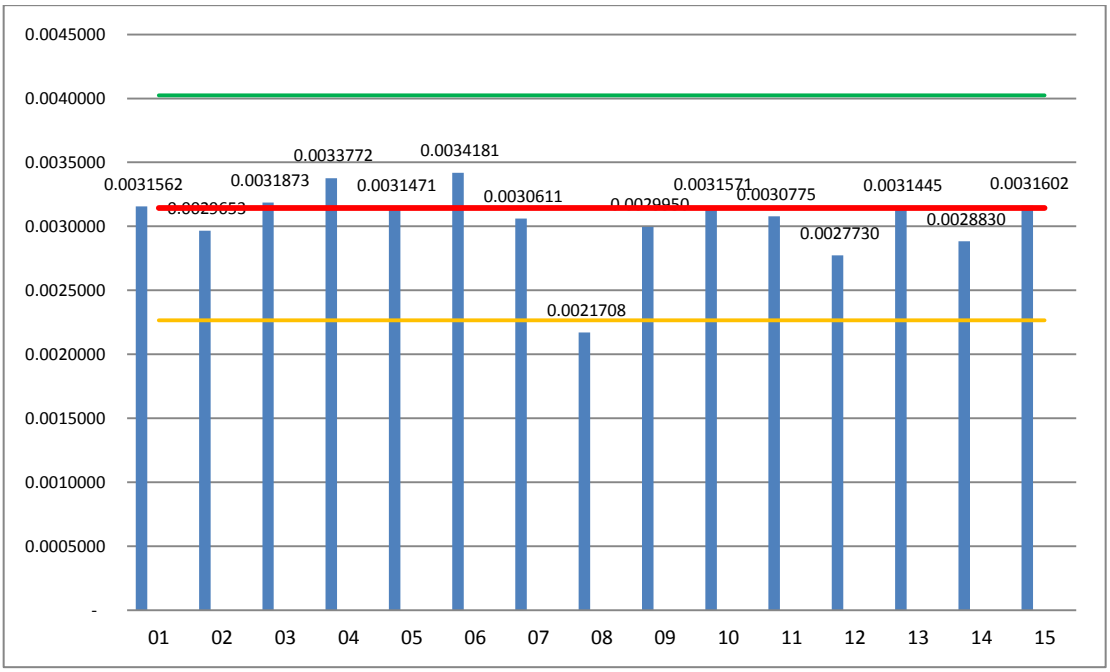
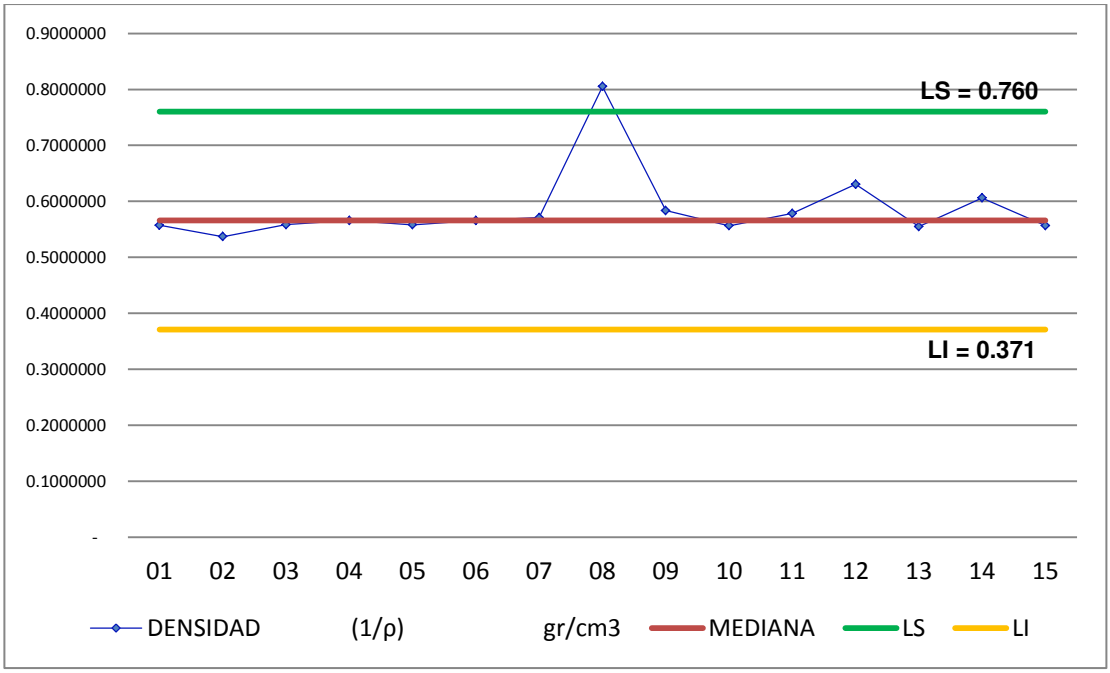


Figura 42. **Resultados post prueba de la Permeabilidad**
Fuente: Elaboración Propia



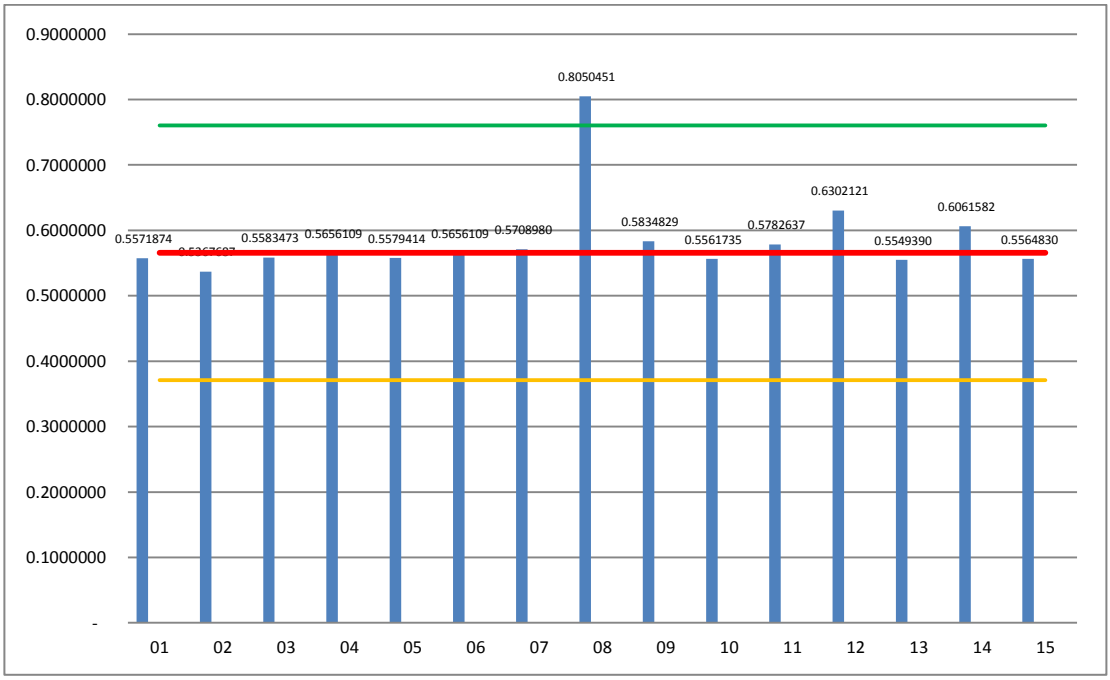
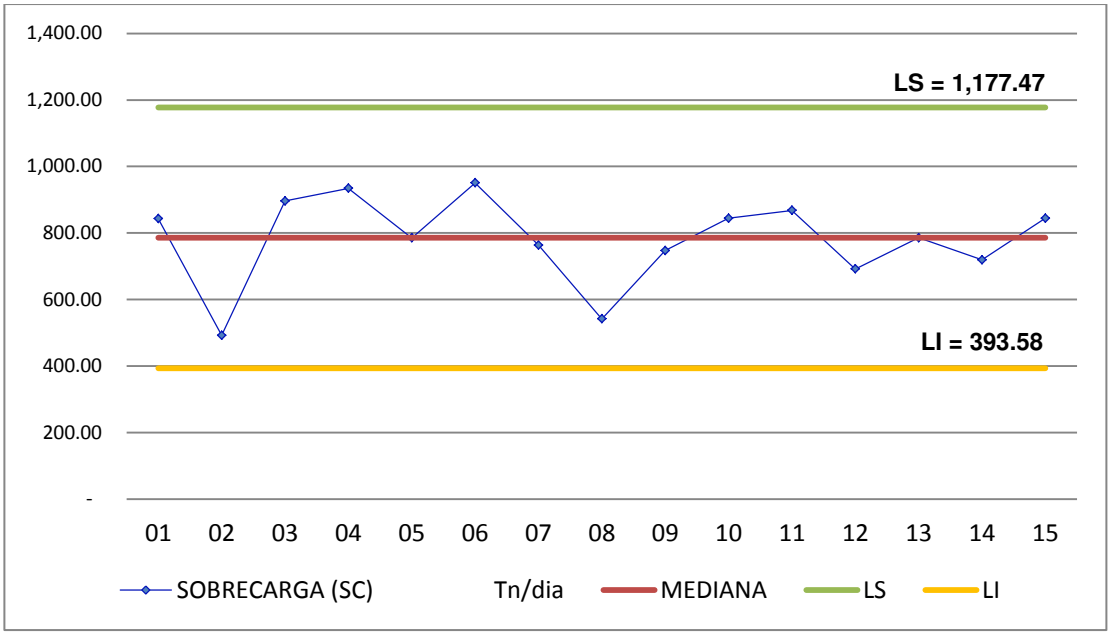


Figura 43. **Resultados post prueba de la Densidad**
Fuente: Elaboración Propia



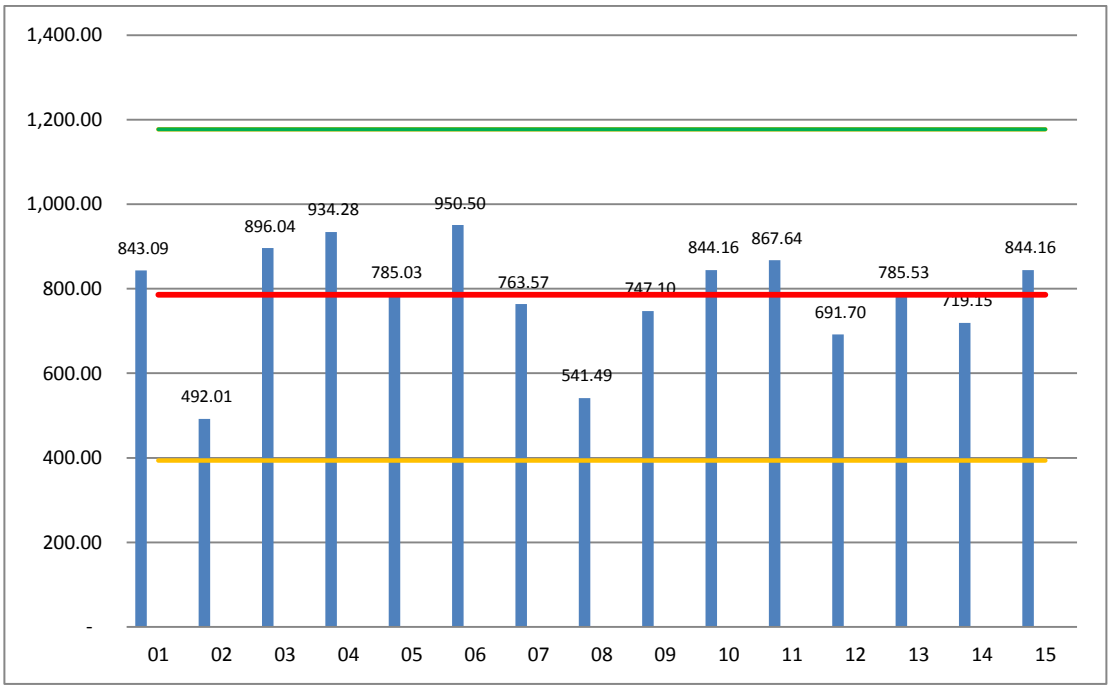


Figura 44. **Resultados post prueba de la Sobrecarga**
Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

1. El modelo matemático que se empleó para determinar el Índice de Inestabilidad de los suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable, se basó en la forma funcional regresión lineal, calculado mediante el software Eviews 7.

   1.1 Las evaluaciones estadísticas para el caso, comprenden la consideración de supuestos estadísticos representativos (multicolinealidad, heterocedasticidad y autocorrelación), bondad de ajuste (coeficiente de determinación R^2) y test de hipótesis (distribución t y distribución f), esto último en consideración a la significación estadística o región probabilística de tamaño α, traducida en el rechazo de H_o o aceptación de H_a, conllevando finalmente a resultados aceptables en las pruebas estadísticas consideradas.

   1.2 La medición y análisis de comportamientos de las variables participantes, se desarrolló teniendo en cuenta gráficos de control de medición de los parámetros considerados, destacar que no se evidencia o aprecia "causa especial", de distorsión de comportamiento, por tanto se descarta de plano implicancias en los resultados por información no consistente,

   1.3 Los valores de las variables, permeabilidad y densidad correspondiente a la etapa post prueba considerada, reportan 01 valor por cada variable localizados fuera del límite, caracterización mínima que no reviste implicancia en la representación de las variables, por lo que se considera un proceso de medición normal y de utilidad.

   1.4 Los valores logrados durante el proceso de medición directa, correspondiente al periodo Enero-Diciembre del año 2015, en la zona de estudio, son representativos y técnicamente consistentes,

consiguientemente aceptables para todo análisis de implicancia y explicación de los parámetros exógenos sobre el parámetro endógeno Índice de Inestabilidad.

2. Los sistemas considerados para la clasificación de suelos en este caso corresponden al siguiente detalle:

Descripción	**Clasificación AASHTO**	**Clasificación SUCS**
Suelo de la zona de Estudio	A – 2	SC

Indiscutible apreciación del aval técnico de las propiedades físicas del suelo conformante del talud inestable en investigación.

2.1 Según la clasificación AASHTO, la zona en estudio corresponde a un tipo de suelo A–2 (arena-arcillosa), la presencia de arcilla en la composición del suelo participante, reporta la caracterización natural de la zona en uso, esto es internamente activa y superficialmente inestable.

2.2 El Sistema Único de Clasificación de Suelos-SUCS, reporta una similar clasificación de suelos en la zona de estudio, esto es SC (arena –arcillosa) propio de material granular físicamente inestable.

3. Los valores obtenidos de los parámetros de campo o variables independientes humedad, permeabilidad, densidad y sobrecarga comprenden los siguientes intervalos.

Contenido de Humedad (w) %	**Permeabilidad (K) cm/seg**	**Densidad (ρ) gr/cm^3**	**Sobre carga (SC) tn/día**
10.85 a 23.10	0.0022 a 0.0041	0.537 a 1.961	255.90 a 991.32

4. El modelo matemático sustenta su expresión científica, en la cantidad y calidad de la información de campo lograda para su procesamiento, basada en la relación funcional denominada Regresión Lineal Múltiple, expresión polinómica finalmente operada y sensibilizada por el software Eview 7, la bondad de ajuste estadístico o coeficiente de determinación igual a R^2 = 0.988, da efectiva cuenta de la consistencia del algoritmo empírico obtenido.

5. El modelo matemático propuesto resulta ser consistente y aceptable, dado el grado de asociación resultante entre los valores modelados del desplazamiento y los valores reales de desplazamiento consecuencia de la dinámica representativa de la zona en estudio, relación interpretada a través del coeficiente de correlación lineal de Pearson igual a **R = 0.995** obtenido en la etapa de post prueba desarrollada.

6. La implicancia de las variables independientes sobre la dependiente, acorde al coeficiente de correlación lineal de Pearson (R) y el coeficiente de determinación (R^2), es la siguiente:

Variables Independientes	**Variable Dependiente**	**R^2**	**R**	**Implicancia**
Contenido de Humedad	Índice de inestabilidad	0.8615	0.9282	I
Sobrecarga		0.6219	0.7886	II
Permeabilidad		0.4164	0.6453	III
Densidad		0.0585	-0.2419	IV

7. Los coeficientes de regresión del modelo matemático, procesados por el Eviews 7, fueron sometidos a evaluaciones de significación estadística y análisis inferencial dada su condición cuantitativa, caracterización aguda

individual y grupalmente, generadora de valores con implicancia en el grado de explicación de las variables exógenas participantes sobre la variable dependiente, en este caso se tienen los siguientes valores finales.

Constante	Coef. De Regresión W (%)	Coef. De Regresión K (cm/seg)	Coef. De Regresión ρ (gr/cm3)	Coef. De Regresión SC (Tn/día)
-0.080227	0.002389	9.01415	0.058063	$-1.02x10^{-05}$

8. Los valores obtenidos en el periodo (setiembre a diciembre 2015), da cuenta del comportamiento del Índice de Inestabilidad del talud en estudio, mediante empleo de la fórmula matemática y relación con la correspondiente expresión real o grupo testigo, en este caso se tiene.

Fecha	Desplazamiento (m/día)
14/09/2015	0.0097
21/09/2015	0.0035
28/09/2015	0.0120
05/10/2015	0.0220
12/10/2015	0.0101
19/10/2015	0.0223
26/10/2015	0.0093
02/11/2015	0.0065
09/11/2015	0.0088
16/11/2015	0.0096
23/11/2015	0.0111
30/11/2015	0.0074
07/12/2015	0.0099
14/12/2015	0.0080
21/12/2015	0.0098
DESPLAZAMIENTO DIARIO	**0.0107 m/día**

9. El desplazamiento del talud en estudio, reporta un desplazamiento diario de 0.0107 m/día, los cuales comprenden la siguiente caracterización.

Descripción	Desplazamiento (I)	Tolerancia	Clasificación
Valor Anual	3.91 m/año	0.016 m/año < I < 15.6 m/año	Lento
Valor Mensual	0.32 m/mes	0.00013 m/mes < I < 1.3 m/mes	Lento

El resultado según el procedimiento experimental y resultado mediante aplicación de la fórmula, señalan la clasificación del suelo en estudio como de **Desplazamiento Lento**.

RECOMENDACIONES

1. Recomendar la consideración del diseño apropiado de investigación o técnica de verificación seleccionada anticipadamente, a fin de que se planifique los grupos experimentales y de control convenientemente, de modo la validación interna o confiabilidad de los resultados sea representativo.

2. Recomendar realizar la medición de las variables explicativas o independientes en condiciones apropiadas y cantidades suficientes (30 datos como mínimo) de modo los datos obtenidos sean aleatorios y consecuentemente se obtengan resultados aceptables de la muestra seleccionada.

3. Recomendar emplear el modelo matemático planteado en localidades o espacios similares a la zona de estudio, de preferencia durante un periodo mínimo de 01 mes.

4. Recomendar emplear el modelo matemático planteado en localidades o espacios similares a la zona de estudio, de preferencia en temporadas lluviosas, por la mayor influencia de las variables independientes, con datos tomados en periodos razonables, de modo se determine el desplazamiento o Índice de Inestabilidad de laderas problema aceptablemente.

5. Desarrollar análisis de tendencia por separado o por variable independiente participante, pro consistencia de la forma funcional $I \rightarrow f(w, K, \rho, SC)$.

6. Recomendar en el mediano plazo complementar el modelo matemático propuesto, considerando considerando factores físicos adicionales o indicadores de inestabilidad, sobrecargas clasificadas, condiciones climáticas en periodos específicos y razonables y escenarios naturales diferentes, para optimizar el aprovechamiento de las laderas y consiguiente desarrollo de las localidades influibles.

7. Recomendar el desarrollo de investigaciones de nivel cuantitativo, necesidad del mejoramiento de tecnologías aplicables para fines de desarrollo, economía y bienestar social, consecuentemente la realización de la depuración de las técnicas aplicativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Botón, C. (2007). “Modelación Micromecánica para suelos arcillosos”. Colombia: Universidad de los Andes.
2. Braja D., (1994). “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”. California: State University.
3. Bravo, A. (2007). “Influencia de la forma de las partículas en el comportamiento geomecánico de materiales granulares, densos, secos”. Perú: Universidad de los Andes.
4. Córdoba, M. (2009.) Estadística Descriptiva e Inferencial. (5° Ed). Perú: PUCP
5. Cruz L., (2014). “Suelos Cohesivos y Granulares”. Colombia: Geotecnología.
6. De Matteis, A. (2003). “Estabilidad de Taludes”. Argentina: Universidad Nacional de Rosario.
7. De Terán Mira, J. (2010). “Procesos de Ladera”. España: Universidad de Cantabria.
8. Eviews 7. [En línea]. Wikipedia.
   Disponible en: www.es.wikipedia.org/wiki/eviews7 [2015, 26 de Marzo].
9. Granados, A. (2006). “Estabilización del Talud de la Costa Verde en la zona del Distrito de Barranco”. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
10. Hutchinson, J. (1968). “Mass Movement”. New York: Encyclopedia of Geomorphology. Reinhold.
11. Lambe, T. W. y Whitham R.V. (2001). “Mecánica de Suelos”. Colombia: Limusa.
12. Leroueil S., Locat J. , Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996) “Geotechnical characterization of slope movements”. Proceedings of the Seventh International Symposium on landslides, Trondheim.
13. Ministerio de Transporte. (2003). “Reglamento Nacional de Vehículos”. D.S. N° 058-2003-MTC. Lima.
14. Modelos Matemáticos. [En línea]. Wikipedia.

Disponible en: www.es.wikipedia.org/wiki/rmodelos_matematicos [2015, 27 de Marzo].

15. Morales, L. (2006). “Mecánica de Suelos”. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
16. Navarro, S. (2009). “Estabilidad de Taludes”. Wordpress.
17. Menéndez, J. (2016). “Ingeniería de Pavimentos”. (5° Ed). Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
18. Muñiz, J. (2009). “Inestabilidad de Laderas en la zona de montaña de la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco”. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
19. Pacheco, A. (2006). “Estabilización del talud de la Costa Verde en la zona del distrito de San Isidro”. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
20. Peck, R. (1999). “Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica”. Colombia: Limusa.
21. Ronald, W. y Raymond, M. (2007). “Probabilidad y Estadística para Ingenieros”. (6ta Ed.). Pearson.
22. Ruano, D. (2012). “Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Arenas Volcánicas y Cal Viva”. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
23. Tolentino, V. (2014 Mayo). “Estabilidad de Taludes en Suelo y Roca”. Ponencia en Clase de Maestría. Lima: UNMSM/FIGMMG
24. XuHongwu, X. (2011). “Cálculo de Estabilidad de Taludes de Suelos y aplicación de su fiabilidad”. USA: Universidad de South Central.

ANEXOS

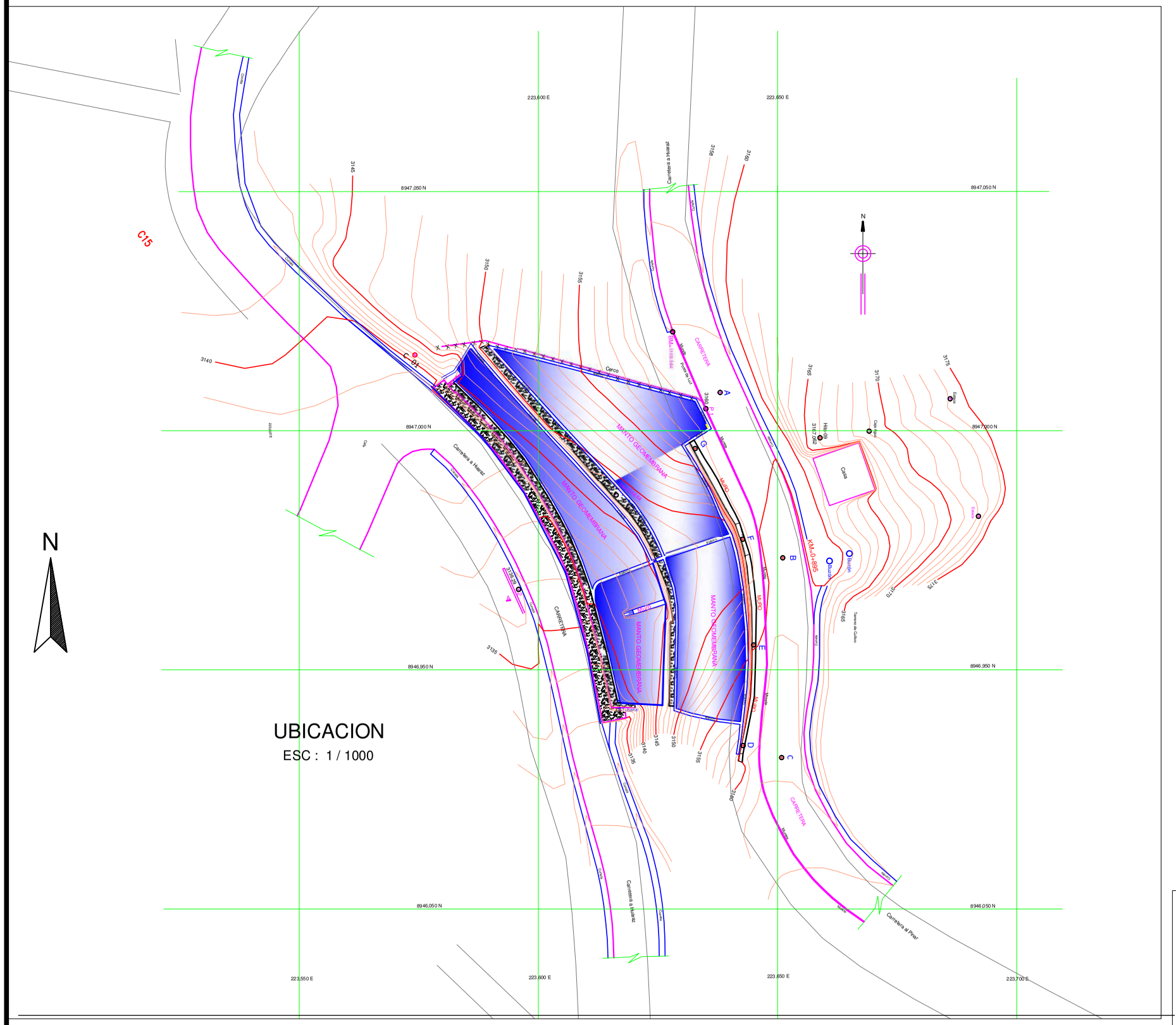
1. Planos
   - 1.1 Plano de ubicación
   - 1.2 Plano en planta
   - 1.3 Plano en perfil
   - 1.4 Plano de triangulación

2. Toma de datos en campo
   - 2.1 Datos topográficos prueba y post prueba.
   - 2.2 Resultado Estudio de Suelos prueba y post prueba.
   - 2.3 Control y conteo de Tráfico prueba y post prueba.

3. Hojas de cálculo para prueba y post prueba
   - 3.1 Datos topográficos para la variable desplazamiento
   - 3.2 Datos de las variables contenido de humedad, permeabilidad y densidad del suelo.
   - 3.3 Datos del control y conteo de tráfico para la variable sobre carga.

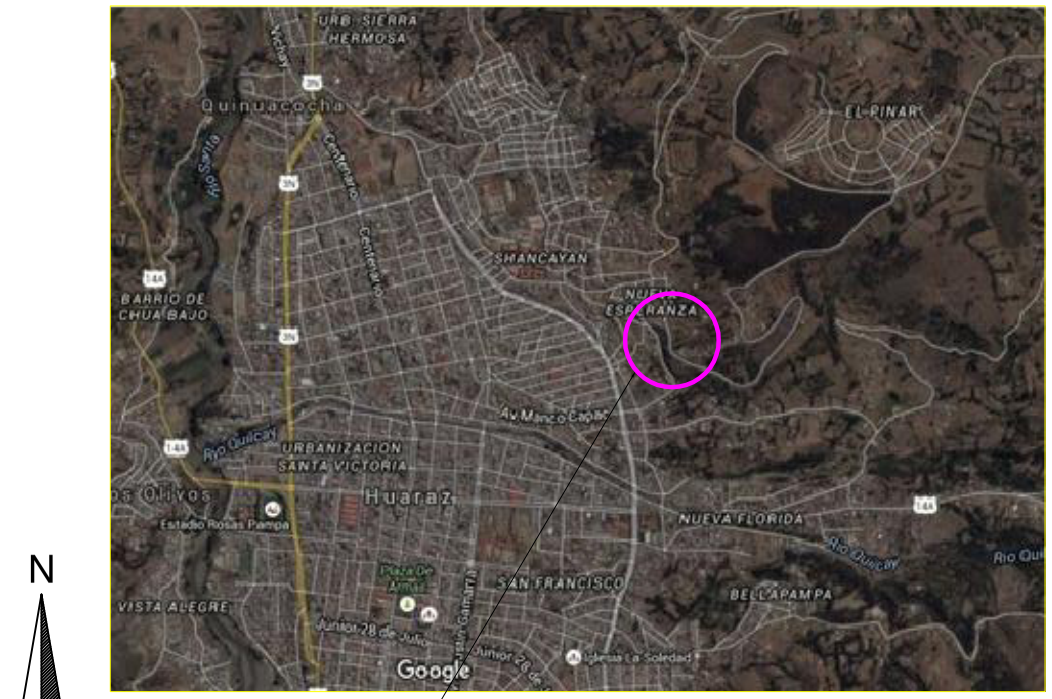
4. Panel fotográfico

PLANOS



UBICACION

ESC : 1 / 1000



LOCALIZACION

ESC : 1 / 10000

UBICACION :

CARRETERA	:	HUARAZ - EL PINAR
ZONA	:	DE GAVIONES
SECTOR	:	NICRUPAMPA
DISTRITO	:	INDEPENDECIA
PROVINCIA	:	HUARAZ
REGION	:	ANCASH
DATUM	:	HORIZONTAL
COORDENADAS	:	UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)
ZONA GEOGRAFICA	:	18S

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERÍA METALURGICA Y GEOGRÁFICA

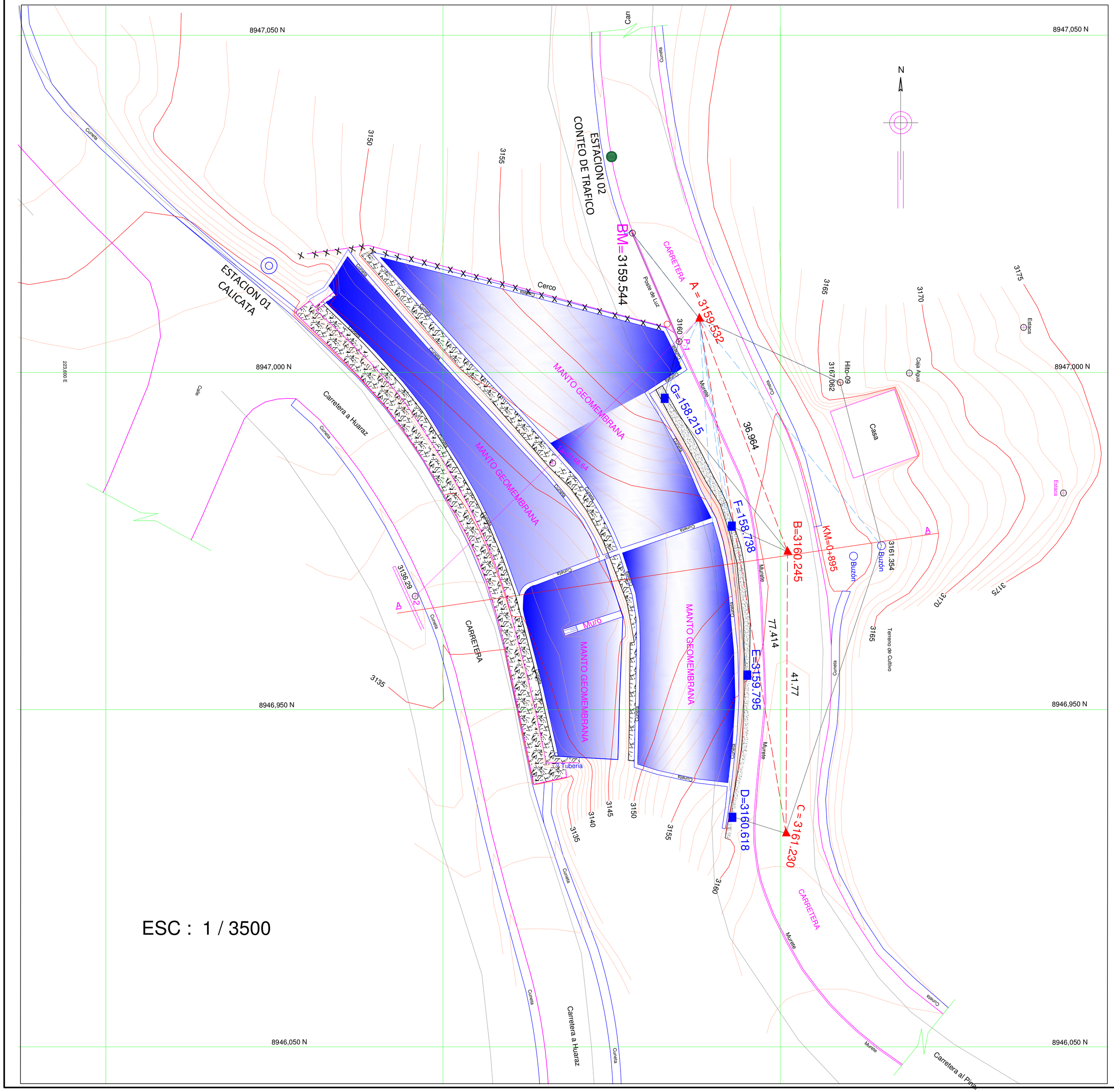
UNIDAD DE POSGRADO

UBICACION:
DISTRITO : INDEPENDENCIA
PROVINCIA : HUARAZ
REGION : ANCASH

PROYECTO:
MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE INESTABILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LADERAS APROVECHABLES PARA TRANSPORTE CARROZABLE - CARRETERA DE ACCESO A EL PINAR - TRAMO 0+840 A 0+980, LOCALIDAD DE HUARAZ - ANCASH

LAMINA: U-1

PLANO:	AUTOR:		
UBICACION	BACH. CLAUDIA SOFIA TARAZONA RINCON		
DISEÑO: C.S.T.R	DIBUJO: R.M.G.	ESCALA: INDICADA	FECHA: AGO. 2017



ESC : 1 / 3500

COORDENADAS			
PUNTO	X	Y	Z
A	223638.000	8947008.000	3159.532
B	223651.069	8946973.423	3160.247
C	223650.821	8946931.655	3161.230
D	223642.800	8946934.156	3160.618
E	223644.996	8946955.262	3159.795
F	223642.694	8946977.206	3158.738
G	223632.781	8946996.334	3158.214
P 01	223634.977	8947004.626	3160.002
BM	223628.026	8947020.702	3159.544
HITO 09	223658.883	8946998.515	3167.062
BUZON	223665.017	8946974.304	3161.352

LEYENDA	
◎	ESTACION 01 - CALICATA
●	ESTACION 02 - CONTEO DE TRAFICO
▲	PUNTOS RED DE TRIANGULACION
■	PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERÍA
METALURGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

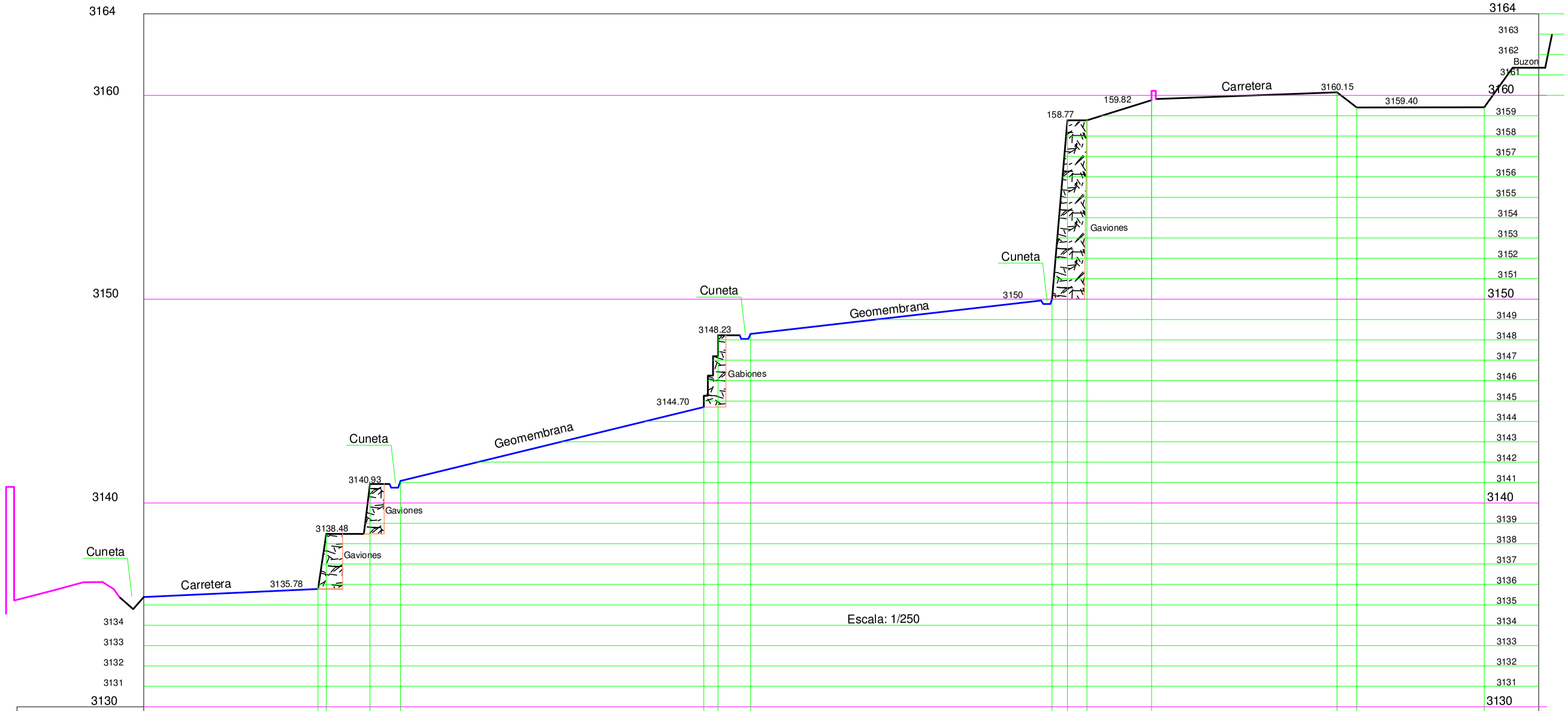
UBICACION:
DISTRITO : INDEPENDENCIA
PROVINCIA : HUARAZ
REGION : ANCASH

PROYECTO:
MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE INESTABILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LADERAS APROVECHABLES PARA TRANSPORTE CARROZABLE - CARRETERA DE ACCESO A EL PINAR - TRAMO 0+840 A 0+980, LOCALIDAD DE HUARAZ - ANCASH

LAMINA: T-1

PLANO: PLANTA
AUTOR: BACH. CLAUDIA SOFIA TARAZONA RINCON

DISEÑO:	DIBUJO:	ESCALA:	FECHA:
C.S.T.R	R.M.G.	INDICADA	AGO. 2017



SECCION A-A

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERÍA
METALURGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

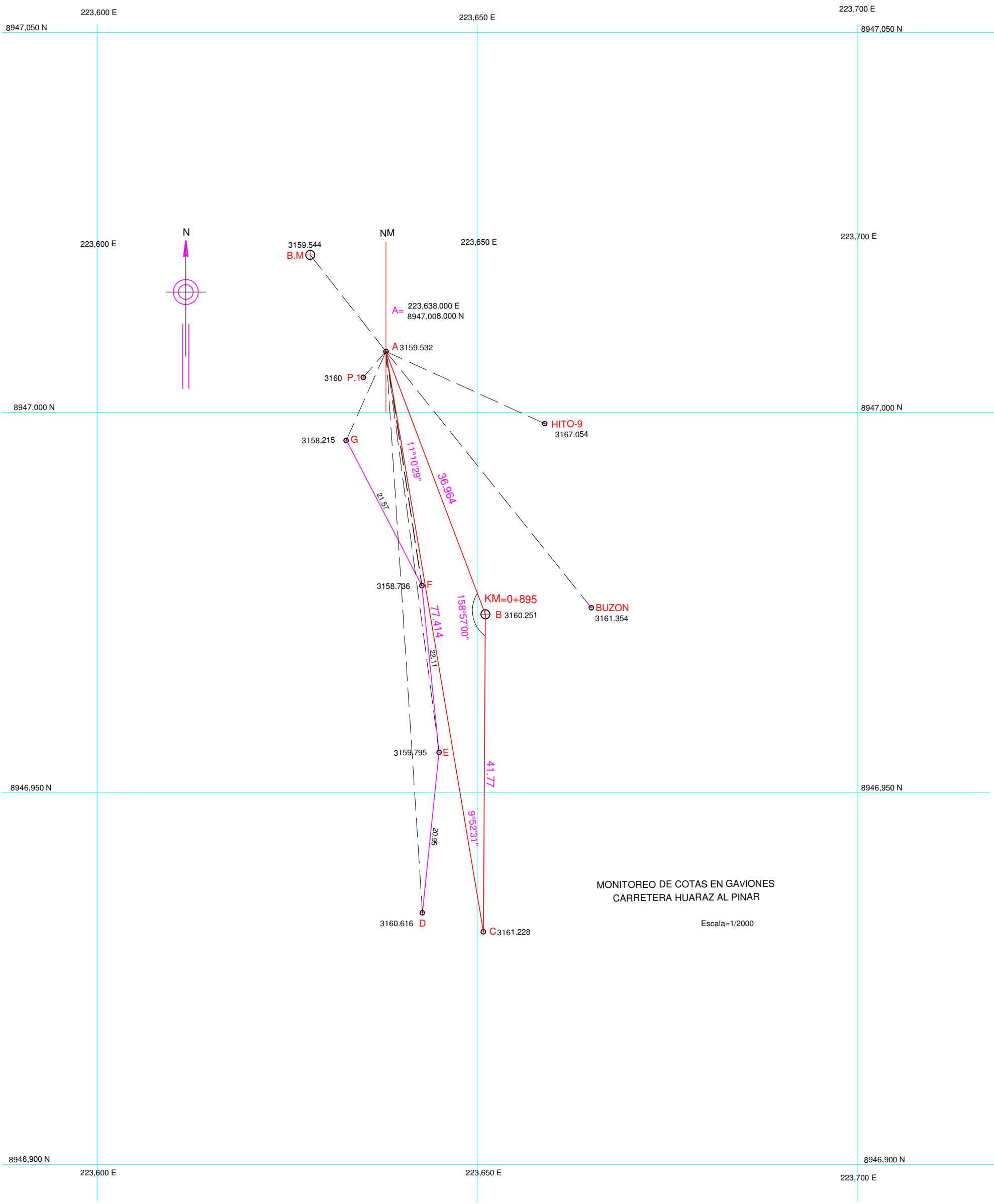
UBICACION:
DISTRITO : INDEPENDENCIA
PROVINCIA : HUARAZ
REGION : ANCASH

PROYECTO:
MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE INESTABILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LADERAS APROVECHABLES PARA TRANSPORTE CARROZABLE - CARRETERA DE ACCESO A EL PINAR - TRAMO 0+840 A 0+980, LOCALIDAD DE HUARAZ - ANCASH

LAMINA:
T-2

PLANO: PERFIL
AUTOR: BACH. CLAUDIA SOFIA TARAZONA RINCON

DISEÑO: C.S.T.R
DIBUJO: R.M.G.
ESCALA: 1/4500
FECHA: AGO. 2017



MONITOREO DE COTAS EN GAVIONES
CARRETERA HUARAZ AL PINAR

Escala=1/2000

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERÍA
METALURGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

UBICACION:
DISTRITO : INDEPENDENCIA
PROVINCIA : HUARAZ
REGION : ANCASH

PROYECTO:
MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE INESTABILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LADERAS APROVECHABLES PARA TRANSPORTE CARROZABLE - CARRETERA DE ACCESO A EL PINAR - TRAMO 0+840 A 0+980, LOCALIDAD DE HUARAZ - ANCASH

LAMINA: T-3

PLANO:	AUTOR:		
TRIANGULACION	BACH. CLAUDIA SOFIA TARAZONA RINCON		
DISEÑO: C.S.T.R	DIBUJO: R.M.G.	ESCALA: INDICADA	FECHA: AGO. 2017

TOMA DE DATOS EN CAMPO

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-01

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 26-01-2015

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.528		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.254	A	B
	A	C	11°10'30"		170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,650 .816	8946,931.654	3161.241	A	C
	A	D	17°00'00"		176°17'44"	S	3°42'16"	E		74.000	4.781			73.845	223,642 .781	8946,934.155	3160.631	A	D
	A	E	13°10'00"		172°27'44"	S	7°32'16"	E		53.20	6.979			52.740	223,644 .979	8946,955.260	3159.803	A	E
	A	F	12°01'30"		171°19'14"	S	8°40'46"	E		31.15	4.701			30.793	223,642 .701	8946,977.207	3158.742	A	F
	A	G	44°49'00"		204°06'44"	S	24°06'44"	W		12.78		5.221		11.665	223,632 .779	8946,996.335	3158.215	A	G
	A	P.01	61°59'30"		221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°36'00"		321°53'44"	N	38°06'16"	W		16.15		9.966	12.708		223,628 .034	8947,020.708	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'30"		114°25'14"	S	65°34'46"	E		22.936	20.884			9.482	223,658 .884	8946,998.518	3167.064	HITO-09	
	BUZON		341°58'00"		141°15'44"	S	38°44'16"	E		43.19	27.026			33.689	223,665 .026	8946,974.311	3161.368	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio Lopez Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 200746

Fructuoso Rubén Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 26[illegible]31

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-2

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=02-02-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'11"		170°27'55"	S	9°32'05"	E	0.165645 0.986185	77.414	12.823			76.345	223,650 .823	8946,931.655	3161.230	A	C
	A	D	16°59'30"		176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,642 .792	8946,934.155	3160.618	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .994	8946,955.262	3159.795	A	E
	A	F	12°10'00"		171°27'44"	S	8°32'16"	E		31.15	4.625			30.805	223,642 .625	8946,977.195	3158.738	A	F
	A	G	44°50'30"		204°08'14"	S	24°08'14"	W		12.78		5.226		11.663	223,632 .774	8946,996.337	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'05"		221°16'49"	S	41°16'49"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°35'00"		321°52'44"	N	38°07'16"	W		16.15		9.971	12.705		223,628.029	8947,020.705	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°08'55"		114°26'39"	S	65°33'21"	E		22.936	20.880			9.491	223,658 .880	8946,998.509	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°58'20"		141°16'04"	S	38°43'56"	E		43.19	27.023			33.692	223,665 .023	8946,974.308	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31603001

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-3

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=09-02-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS				E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W				E		N		E	N			
												E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"													223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577		223,651 .069	8946,973.423	3160.245	A	B
	A	C			170°28'10"	S	9°31'50"	E	0.165574 0.986197	77.414	12.818			76.345		223,650 .818	8946,931.655	3161.230	A	C
	A	D			176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797			73.844		223,642 .794	8946,934.156	3160.616	A	D
	A	E			172°26'52"	S	7°33'08"	E		53.20	6.992			52.739		223,644 .995	8946,955.263	3159.795	A	E
	A	F			171°20'30"	S	8°39'30"	E		31.15	4.689			30.795		223,642 .310	8946,977.196	3158.736	A	F
	A	G			204°05'00"	S	24°05'00"	W		12.78		5.215		11.668		223,632 .775	8946,996.338	3158.215	A	G
	A	P.01			221°16'30"	S	41°16'30"	W		4.53		2.988		3.405		223,635 .012	8947,004.595	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°52'10"	N	38°07'50"	W		16.15		9.972	12.704			223,628.028	8947,020.704	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°27'20"	S	65°32'40"	E		22.936	20.878			9.495		223,658 .878	8946,998.505	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°17'00"	S	38°43'00"	E		43.19	27.014			33.699		223,665 .014	8946,974.301	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 34698031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-04

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=16-02-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.245	A	B
	A	C			170°28'10"	S	9°31'50"	E	0.165574 0.986197	77.414	12.818			76.345	223,650 .818	8946,931.655	3161.230	A	C
	A	D			176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797			73.844	223,642 .795	8946,934.157	3160.616	A	D
	A	E			172°26'52"	S	7°33'08"	E		53.20	6.992			52.739	223,644 .997	8946,955.264	3159.795	A	E
	A	F			171°20'30"	S	8°39'30"	E		31.15	4.689			30.795	223,642 .651	8946,977.197	3158.736	A	F
	A	G			204°05'00"	S	24°05'00"	W		12.78		5.215		11.668	223,632 .776	8946,996.339	3158.215	A	G
	A	P.01			221°16'30"	S	41°16'30"	W		4.53		2.988		3.405	223,635 .012	8947,004.595	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°52'10"	N	38°07'50"	W		16.15		9.972	12.704		223,628.028	8947,020.704	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°27'20"	S	65°32'40"	E		22.936	20.878			9.495	223,658 .878	8946,998.505	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°17'00"	S	38°43'00"	E		43.19	27.014			33.699	223,665 .014	8946,974.301	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calla
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fortunato Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPÓGRAFO
DNI 31908031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-05

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=23-02-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.245	A	B
	A	C			170°28'10"	S	9°31'50"	E	0.165574 0.986197	77.414	12.818			76.345	223,650 .818	8946,931.655	3161.230	A	C
	A	D			176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797			73.844	223,642 .797	8946,934.158	3160.616	A	D
	A	E			172°26'52"	S	7°33'08"	E		53.20	6.992			52.739	223,644 .998	8946,955.265	3159.795	A	E
	A	F			171°20'30"	S	8°39'30"	E		31.15	4.689			30.795	223,642 .689	8946,977.205	3158.736	A	F
	A	G			204°05'00"	S	24°05'00"	W		12.78		5.215		11.668	223,632 .785	8946,996.340	3158.215	A	G
	A	P.01			221°16'30"	S	41°16'30"	W		4.53		2.988		3.405	223,635 .012	8947,004.595	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°52'10"	N	38°07'50"	W		16.15		9.972	12.704		223,628.028	8947,020.704	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°27'20"	S	65°32'40"	E		22.936	20.878			9.495	223,658 .878	8946,998.505	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°17'00"	S	38°43'00"	E		43.19	27.014			33.699	223,665 .014	8946,974.301	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100748

Fructuoso Rubén Mendoza Garcia
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Hoja-06

Fecha=02-03-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.528		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .068	8946,973.423	3160.254	A	B
	A	C			170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650 .821	8946,931.655	3161.241	A	C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .796	8946,934.157	3160.631	A	D
	A	E			172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998			52.738	223,644 .997	8946,955.264	3159.803	A	E
	A	F			171°25'30"	S	8°34'30"	E		31.15	4.645			30.802	223,642 .688	8946,977.204	3158.742	A	F
	A	G			204°07'00"	S	24°07'00"	W		12.78		5.222		11.665	223,632 .778	8946,996.341	3158.215	A	G
	A	P.01			221°15'00"	S	41°15'00"	W		4.53		2.987		3.406	223,635 .013	8947,004.594	3160.000	A	P.01
	A	B.M			321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628 .024	8947,020.700	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,658 .884	8946,998.517	3167.064	HITO-09	
	BUZON				141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,664 .997	8946,974.287	3161.354	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL LAMBAYEQUE
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Francisco Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31600031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Hoja-07

Fecha=09-03-15

ANOTACIONES				Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos	N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
										E	W	N	S					
N	A	–	00°00'00"											223,638 .000	8947,008.000	3159.528		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .068	8946,973.423	3160.254	A B
	A	C			170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650 .821	8946,931.655	3161.241	A C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .798	8946,934.160	3160.631	A D
	A	E			172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998			52.738	223,644 .999	8946,955.264	3159.803	A E
	A	F			171°25'30"	S	8°34'30"	E		31.15	4.645			30.802	223,642 .692	8946,977.206	3158.742	A F
	A	G			204°07'00"	S	24°07'00"	W		12.78		5.222		11.665	223,632 .787	8946,996.336	3158.215	A G
	A	P.01			221°15'00"	S	41°15'00"	W		4.53		2.987		3.406	223,635 .013	8947,004.594	3160.000	A P.01
	A	B.M			321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628 .024	8947,020.700	3159.544	A B.M
	HITO-09				114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,658 .884	8946,998.517	3167.064	HITO-09
	BUZON				141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,664 .997	8946,974.287	3161.354	BUZON

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ

Marco Antonio López Calla
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

Fructuoso Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608831

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-08

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=16-03-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.528		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .068	8946,973.423	3160.254	A	B
	A	C			170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650 .821	8946,931.655	3161.241	A	C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .795	8946,934.160	3160.631	A	D
	A	E			172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998			52.738	223,644 .996	8946,955.263	3159.803	A	E
	A	F			171°25'30"	S	8°34'30"	E		31.15	4.645			30.802	223,642 .691	8946,977.206	3158.742	A	F
	A	G			204°07'00"	S	24°07'00"	W		12.78		5.222		11.665	223,632 .786	8946,996.335	3158.215	A	G
	A	P.01			221°15'00"	S	41°15'00"	W		4.53		2.987		3.406	223,635 .013	8947,004.594	3160.000	A	P.01
	A	B.M			321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628 .024	8947,020.700	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,658 .884	8946,998.517	3167.064	HITO-09	
	BUZON				141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,664 .997	8946,974.287	3161.354	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH HUARAZ
Marco Antonio Lopez Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

Francisco Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31603021

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Hoja-09

Fecha= 23-03-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.528		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .068	8946,973.423	3160.254	A	B
	A	C			170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650 .821	8946,931.655	3161.241	A	C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .808	8946,934.161	3160.631	A	D
	A	E			172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998			52.738	223,644 .998	8946,955.264	3159.803	A	E
	A	F			171°25'30"	S	8°34'30"	E		31.15	4.645			30.802	223,642 .690	8946,977.198	3158.742	A	F
	A	G			204°07'00"	S	24°07'00"	W		12.78		5.222		11.665	223,632 .788	8946,996.339	3158.215	A	G
	A	P.01			221°15'00"	S	41°15'00"	W		4.53		2.987		3.406	223,635 .013	8947,004.594	3160.000	A	P.01
	A	B.M			321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628 .024	8947,020.700	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,658 .884	8946,998.517	3167.064	HITO-09	
	BUZON				141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,664 .997	8946,974.287	3161.354	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

Fructuoso Rubén Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Hoja-10

Fecha= 30-03-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.245	A	B
	A	C	11°10'10"		170°27'54"	S	9°32'06"	E	0.165650 0.986185	77.414	12.824			76.344	223,650 .824	8946,931.656	3161.230	A	C
	A	D	16°59'07"		176°16'51"	S	3°43'09"	E		74.000	4.800			73.844	223,642 .800	8946,934.156	3160.618	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .994	8946,955.262	3159.795	A	E
	A	F	12°00'00"		171°17'44"	S	8°42'16"	E		31.15	4.714			30.791	223,642 .714	8946,977.209	3158.738	A	F
	A	G	44°53'03"		204°10'47"	S	24°10'47"	W		12.78		5.235		11.659	223,632 .765	8946,996.336	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'15"		321°51'59"	N	38°08'01"	W		16.15		9.973	12.703		223,628.027	8947,020.703	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°08'30"		114°26'14"	S	65°33'46"	E		22.936	20.881			9.489	223,658 .881	8946,998.511	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°59'25"		141°17'09"	S	38°42'51"	E		43.19	27.013			33.700	223,665 .013	8946,974.300	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Francisco Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31849031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Hoja-11

Fecha= 06-04-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.528		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.254	A	B
	A	C	11°10'10"		170°27'54"	S	9°32'06"	E	0.165650 0.986185	77.414	12.824			76.344	223,650 .824	8946,931.656	3161.241	A	C
	A	D	16°59'30"		176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,642 .795	8946,934.156	3160.631	A	D
	A	E	13°09'30"		172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986			52.739	223,644 .996	8946,955.266	3159.803	A	E
	A	F	11°59'35"		171°17'19"	S	8°42'41"	E		31.15	4.718			30.791	223,642.691	8946,977.206	3158.742	A	F
	A	G	44°49'00"		204°06'44"	S	24°06'44"	W		12.78		5.221		11.665	223,632 .786	8946,996.339	3158.215	A	G
	A	P.01	62°00'00"		221°17'44"	S	41°17'44"	W		4.53		2.990		3.403	223,635 .010	8947,004.597	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°36'30"		321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710		223,628 .036	8947,020.710	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'00"		114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,658 .885	8946,998.521	3167.058	HITO-09	
	BUZON		341°59'00"		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.364	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31808001

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Hoja-12

Fecha= 13-04-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.528		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.254	A	B
	A	C	11°10'10"		170°27'54"	S	9°32'06"	E	0.165650 0.986185	77.414	12.824			76.344	223,650 .824	8946,931.656	3161.241	A	C
	A	D	16°59'30"		176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,642 .797	8946,934.160	3160.631	A	D
	A	E	13°09'30"		172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986			52.739	223,644 .997	8946,955.266	3159.803	A	E
	A	F	11°59'35"		171°17'19"	S	8°42'41"	E		31.15	4.718			30.791	223,642 .695	8946,977.208	3158.742	A	F
	A	G	44°49'00"		204°06'44"	S	24°06'44"	W		12.78		5.221		11.665	223,632 .783	8946,996.338	3158.215	A	G
	A	P.01	62°00'00"		221°17'44"	S	41°17'44"	W		4.53		2.990		3.403	223,635 .010	8947,004.597	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°36'30"		321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710		223,628 .036	8947,020.710	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'00"		114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,658 .885	8946,998.521	3167.058	HITO-09	
	BUZON		341°59'00"		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.364	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31808031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-13

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 20-04-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.528		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.254	A	B
	A	C	11°10'10"		170°27'54"	S	9°32'06"	E	0.165650 0.986185	77.414	12.824			76.344	223,650 .824	8946,931.656	3161.241	A	C
	A	D	16°59'30"		176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,642 .798	8946,934.161	3160.631	A	D
	A	E	13°09'30"		172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986			52.739	223,644 .986	8946,955.263	3159.803	A	E
	A	F	11°59'35"		171°17'19"	S	8°42'41"	E		31.15	4.718			30.791	223,642 .705	8946,977.208	3158.742	A	F
	A	G	44°49'00"		204°06'44"	S	24°06'44"	W		12.78		5.221		11.665	223,632 .786	8946,996.340	3158.215	A	G
	A	P.01	62°00'00"		221°17'44"	S	41°17'44"	W		4.53		2.990		3.403	223,635 .010	8947,004.597	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°36'30"		321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710		223,628 .036	8947,020.710	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'00"		114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,658 .885	8946,998.521	3167.058	HITO-09	
	BUZON		341°59'00"		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.364	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Hoja-14

Fecha= 27-04-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.528		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.254	A	B
	A	C	11°10'10"		170°27'54"	S	9°32'06"	E	0.165650 0.986185	77.414	12.824			76.344	223,650 .824	8946,931.656	3161.241	A	C
	A	D	16°59'30"		176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,642 .792	8946,934.155	3160.631	A	D
	A	E	13°09'30"		172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986			52.739	223,644 .985	8946,955.261	3159.803	A	E
	A	F	11°59'35"		171°17'19"	S	8°42'41"	E		31.15	4.718			30.791	223,642 .718	8946,977.209	3158.742	A	F
	A	G	44°49'00"		204°06'44"	S	24°06'44"	W		12.78		5.221		11.665	223,632 .779	8946,996.335	3158.215	A	G
	A	P.01	62°00'00"		221°17'44"	S	41°17'44"	W		4.53		2.990		3.403	223,635 .010	8947,004.597	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°36'30"		321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710		223,628 .036	8947,020.710	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'00"		114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,658 .885	8946,998.521	3167.058	HITO-09	
	BUZON		341°59'00"		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.364	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Marco Antonio Lopez Valle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100740

Fructuoso Raul Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-15

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=04-05-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.526		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A	C			170°27'30"	S	9°32'30"	E	0.165765 0.986165	77.414	12.833			76.343	223,650 .833	8946,931.657	3161.247	A	C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .800	8946,934.156	3160.635	A	D
	A	E			172°27'00"	S	7°33'00"	E		53.20	6.990			52.739	223,644 .996	8946,955.262	3159.803	A	E
	A	F			171°16'00"	S	8°44'00"	E		31.15	4.731			30.789	223,642 .694	8946,977.206	3158.746	A	F
	A	G			204°10'00"	S	24°10'00"	W		12.78		5.232		11.661	223,632 .782	8946,996.336	3158.218	A	G
	A	P.01			221°16'30"	S	41°16'30"	W		4.53		2.988		3.405	223,635 .012	8947,004.595	3160.000	A	P.01
	A	B.M			321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628 .024	8947,020.700	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'00"	S	65°35'00"	E		22.936	20.885			9.481	223,658 .885	8946,998.519	3167.064	HITO-09	
	BUZON				141°16'00"	S	38°44'00"	E		43.19	27.024			33.691	223,665 .024	8946,974.309	3161.368	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-16

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 11-05-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.526		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A	C			170°27'30"	S	9°32'30"	E	0.165765 0.986165	77.414	12.833			76.343	223,650 .833	8946,931.657	3161.247	A	C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .808	8946,934.156	3160.635	A	D
	A	E			172°27'00"	S	7°33'00"	E		53.20	6.990			52.739	223,644 .990	8946,955.261	3159.803	A	E
	A	F			171°16'00"	S	8°44'00"	E		31.15	4.731			30.789	223,642 .731	8946,977.211	3158.746	A	F
	A	G			204°10'00"	S	24°10'00"	W		12.78		5.232		11.661	223,632 .783	8946,996.339	3158.218	A	G
	A	P.01			221°16'30"	S	41°16'30"	W		4.53		2.988		3.405	223,635 .012	8947,004.595	3160.000	A	P.01
	A	B.M			321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628 .024	8947,020.700	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'00"	S	65°35'00"	E		22.936	20.885			9.481	223,658 .885	8946,998.519	3167.064	HITO-09	
	BUZON				141°16'00"	S	38°44'00"	E		43.19	27.024			33.691	223,665 .024	8946,974.309	3161.368	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fructuoso Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608021

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-17

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 18-05-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.523		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.248	A	B
	A	C	11°10'35"		170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814			76.346	223,650 .814	8946,931.654	3161.249	A	C
	A	D	16°59'30"		176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,642 .806	8946,934.156	3160.636	A	D
	A	E	13°09'30"		172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986			52.739	223,644 .986	8946,955.260	3159.804	A	E
	A	F	11°59'00"		171°16'44"	S	8°43'16"	E		31.15	4.723			30.790	223,642 .733	8946,977.212	3158.735	A	F
	A	G	44°44'00"		204°01'44"	S	24°01'44"	W		12.78		5.204		11.672	223,632 .772	8946,996.337	3158.211	A	G
	A	P.01	61°59'30"		221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°36'30"		321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710		223,628 .036	8947,020.710	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'30"		114°25'14"	S	65°34'46"	E		22.936	20.884			9.482	223,658 .884	8946,998.518	3167.064	HITO-09	
	BUZON		341°59'00"		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.346	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ

Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

Francisco Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31803

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-18

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 25-05-2015

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.523		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.248	A	B
	A	C	11°10'35"		170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814			76.346	223,650 .814	8946,931.654	3161.249	A	C
	A	D	16°59'30"		176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,642 .807	8946,934.157	3160.636	A	D
	A	E	13°09'30"		172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986			52.739	223,644 .988	8946,955.265	3159.804	A	E
	A	F	11°59'00"		171°16'44"	S	8°43'16"	E		31.15	4.723			30.790	223,642 .728	8946,977.211	3158.735	A	F
	A	G	44°44'00"		204°01'44"	S	24°01'44"	W		12.78		5.204		11.672	223,632 .780	8946,996.338	3158.211	A	G
	A	P.01	61°59'30"		221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°36'30"		321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710		223,628 .036	8947,020.710	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'30"		114°25'14"	S	65°34'46"	E		22.936	20.884			9.482	223,658 .884	8946,998.518	3167.064	HITO-09	
	BUZON		341°59'00"		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.346	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-19

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 01-06-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.523		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.248	A	B
	A	C	11°10'35"		170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814			76.346	223,650 .814	8946,931.654	3161.249	A	C
	A	D	16°59'30"		176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,642 .800	8946,934.155	3160.636	A	D
	A	E	13°09'30"		172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986			52.739	223,644 .985	8946,955.263	3159.804	A	E
	A	F	11°59'00"		171°16'44"	S	8°43'16"	E		31.15	4.723			30.790	223,642 .729	8946,977.213	3158.735	A	F
	A	G	44°44'00"		204°01'44"	S	24°01'44"	W		12.78		5.204		11.672	223,632 .779	8946,996.330	3158.211	A	G
	A	P.01	61°59'30"		221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°36'30"		321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710		223,628 .036	8947,020.710	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'30"		114°25'14"	S	65°34'46"	E		22.936	20.884			9.482	223,658 .884	8946,998.518	3167.064	HITO-09	
	BUZON		341°59'00"		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.346	BUZON	

Marco Antonio Lopez Valle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-20

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 08-06-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	–	–												223,638 .000	8947,008.000	3159.523		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.248	A	B
	A	C	11°10'35"		170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814			76.346	223,650 .814	8946,931.654	3161.249	A	C
	A	D	16°59'30"		176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,642 .792	8946,934.155	3160.636	A	D
	A	E	13°09'30"		172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986			52.739	223,644 .990	8946,955.264	3159.804	A	E
	A	F	11°59'00"		171°16'44"	S	8°43'16"	E		31.15	4.723			30.790	223,642 .723	8946,977.210	3158.735	A	F
	A	G	44°44'00"		204°01'44"	S	24°01'44"	W		12.78		5.204		11.672	223,632 .778	8946,996.328	3158.211	A	G
	A	P.01	61°59'30"		221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°36'30"		321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710		223,628 .036	8947,020.710	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'30"		114°25'14"	S	65°34'46"	E		22.936	20.884			9.482	223,658 .884	8946,998.518	3167.064	HITO-09	
	BUZON		341°59'00"		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.346	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ÁNCASH- HUARAZ
Marco Antonio Lopez Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100745

Fructuoso Rubén Mendoza Garcia
TÉCNICO TOPOGRAFO

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-21

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=15-06-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .9	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'10"		170°27'54"	S	9°32'06"	E	0.165650 0.986185	77.414	12.824			76.344	223,650 .824	8946,931.656	3161.230	A	C
	A	D	16°59'06"		176°16'50"	S	3°43'10"	E		74.000	4.800			73.844	223,642 .800	8946,934.156	3160.618	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .994	8946,955.266	3159.795	A	E
	A	F	12°02'00"		171°19'44"	S	8°40'16"	E		31.15	4.696			30.794	223,642 .696	8946,977.206	3158.738	A	F
	A	G	44°43'35"		204°01'19"	S	24°01'19"	W		12.78		5.203		11.673	223,632 .777	8946,996.327	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'00"		321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO - 09		315°07'00"		114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,658 .885	8946,998.521	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°57'55"		141°15'39"	S	38°44'21"	E		43.19	27.027			33.688	223,665 .027	8946,974.312	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH- HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100748

Fructuoso Rubén Mendoza Garcia
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-22

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=22-06-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N			N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.244	A	B
	A	C	11°10'15"		170°27'59"	S	9°32'01"	E	0.165626 0.986189	77.414	12.822			76.345	223,650 .822	8946,931.655	3161.228	A	C
	A	D	16°59'00"		176°16'44"	S	3°43'16"	E		74.000	4.803			73.844	223,642 .802	8946,934.158	3160.616	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .990	8946,955.263	3159.795	A	E
	A	F	12°01'30"		171°19'14"	S	8°40'46"	E		31.15	4.701			30.793	223,642 .698	8946,977.205	3158.736	A	F
	A	G	44°48'15"		204°05'59"	S	24°05'59"	W		12.78		5.218		11.666	223,632 .790	8946,996.330	3158.215	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.002	A	P.01
	A	B.M	162°34'12"		321°51'56"	N	38°08'04"	W		16.15		9.973	12.703		223,628.027	8947,020.703	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'35"		114°25'19"	S	65°34'41"	E		22.936	20.884			9.483	223,658 .884	8946,998.517	3167.054	HITO-09	
	BUZON		342°00'00"		141°17'44"	S	38°42'16"	E		43.19	27.007			33.705	223,665 .007	8947,974.295	3161.354	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

Fructuoso Rubén
TÉCNICO TOPOGRAFO

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-23

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 29-06-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N			N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.244	A	B
	A	C	11°10'15"		170°27'59"	S	9°32'01"	E	0.165626 0.986189	77.414	12.822			76.345	223,650 .822	8946,931.655	3161.228	A	C
	A	D	16°59'00"		176°16'44"	S	3°43'16"	E		74.000	4.803			73.844	223,642 .803	8946,934.159	3160.616	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .994	8946,955.264	3159.795	A	E
	A	F	12°01'30"		171°19'14"	S	8°40'46"	E		31.15	4.701			30.793	223,642 .701	8946,977.207	3158.736	A	F
	A	G	44°48'15"		204°05'59"	S	24°05'59"	W		12.78		5.218		11.666	223,632 .782	8946,996.329	3158.215	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.002	A	P.01
	A	B.M	162°34'12"		321°51'56"	N	38°08'04"	W		16.15		9.973	12.703		223,628.027	8947,020.703	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'35"		114°25'19"	S	65°34'41"	E		22.936	20.884			9.483	223,658 .884	8946,998.517	3167.054	HITO-09	
	BUZON		342°00'00"		141°17'44"	S	38°42'16"	E		43.19	27.007			33.705	223,665 .007	8947,974.295	3161.354	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

Fructuoso Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-24

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 06-07-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,650 .816	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D			176°16'59"	S	3°43'10"	E		74.000	4.800			73.844	223,642 .794	8946,934.155	3160.618	A	D
	A	E			172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .995	8946,955.264	3159.795	A	E
	A	F			171°20'39"	S	8°39'21"	E		31.15	4.688			30.795	223,642 .700	8946,977.205	3158.738	A	F
	A	G			204°27'04"	S	24°27'04"	W		12.78		5.291		11.634	223,632 .787	8946,996.333	3158.214	A	G
	A	P.01			221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°51'50"	N	38°08'10"	W		16.15		9.973	12.703		223,628.027	8947,020.703	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9.485	223,658 .883	8946,998.515	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio Lopez Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100749

Fructuoso Rubén Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-25

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 13-07-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,650 .816	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D			176°16'59"	S	3°43'10"	E		74.000	4.800			73.844	223,642 .798	8946,934.157	3160.618	A	D
	A	E			172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .994	8946,955.263	3159.795	A	E
	A	F			171°20'39"	S	8°39'21"	E		31.15	4.688			30.795	223,642 .702	8946,977.209	3158.738	A	F
	A	G			204°27'04"	S	24°27'04"	W		12.78		5.291		11.634	223,632 .791	8946,996.339	3158.214	A	G
	A	P.01			221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°51'50"	N	38°08'10"	W		16.15		9.973	12.703		223,628.027	8947,020.703	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9.485	223,658 .883	8946,998.515	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio Lopez Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31808031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-26

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 20-07-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,650 .816	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D			176°16'59"	S	3°43'10"	E		74.000	4.800			73.844	223,642 .800	8946,934.156	3160.618	A	D
	A	E			172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .996	8946,955.265	3159.795	A	E
	A	F			171°20'39"	S	8°39'21"	E		31.15	4.688			30.795	223,642 .701	8946,977.207	3158.738	A	F
	A	G			204°27'04"	S	24°27'04"	W		12.78		5.291		11.634	223,632 .795	8946,996.347	3158.214	A	G
	A	P.01			221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°51'50"	N	38°08'10"	W		16.15		9.973	12.703		223,628.027	8947,020.703	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9.485	223,658 .883	8946,998.515	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio Díaz Cruz
INGENIERO CIVIL
CIP 89[illegible]

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-27

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=27-07-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,650 .816	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D			176°16'59"	S	3°43'10"	E		74.000	4.800			73.844	223,642 .801	8946,934.156	3160.618	A	D
	A	E			172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .994	8946,955.262	3159.795	A	E
	A	F			171°20'39"	S	8°39'21"	E		31.15	4.688			30.795	223,642 .688	8946,977.205	3158.738	A	F
	A	G			204°27'04"	S	24°27'04"	W		12.78		5.291		11.634	223,632 .796	8946,996.350	3158.214	A	G
	A	P.01			221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°51'50"	N	38°08'10"	W		16.15		9.973	12.703		223,628.027	8947,020.703	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9.485	223,658 .883	8946,998.515	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH- HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100746

Fructuoso Ruiz Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31808031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-28

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=03-08-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.531		A
	A	B			159°17´44"	S	20°42´16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A	C			170°27´30"	S	9°32´30"	E	0.165765 0.986165	77.414	12.833			76.343	223,650 .833	8946,931.657	3161.247	A	C
	A	D			176°18´00"	S	3°42´00"	E		74.000	4.775			73.846	223,642 .775	8946,934.154	3160.643	A	D
	A	E			172°27´30"	S	7°32´30"	E		53.20	6.982			52.740	223,644 .982	8946,955.260	3159.810	A	E
	A	F			171°19´40"	S	8°40´20"	E		31.15	4.697			30.794	223,642.697	8946,977.206	3158.746	A	F
	A	G			204°00´00"	S	24°00´00"	W		12.78		5.198		11.675	223,632 .802	8946,996.352	3158.217	A	G
	A	P.01			221°16´00"	S	41°16´00"	W		4.53		2.988		3.405	223,635 .012	8947,004.595	3160.009	A	P.01
	A	B.M			321°51´30"	N	38°08´30"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'10"	S	65°34´50"	E		22.936	20.884			9.482	223,658 .884	8946,998.518	3167.061	HITO-09	
	BUZON				141°17´45"	S	38°42´15"	E		43.19	27.007			33.705	223,665 .007	8946,974.295	3161.368	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100749

Fructuoso Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-29

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 10-08-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-													223,638 .000	8947,008.000	3159.531		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A	C	11°12'00"		170°29'44"	S	9°30'16"	E	0.165124 0.986273	77.414	12.783			76.351	223,650 .783	8946,931.649	3161.247	A	C
	A	D	17°00'00"		176°17'44"	S	3°42'16"	E		74.000	4.781			73.845	223,642 .781	8946,934.155	3160.643	A	D
	A	E	13°10'00"		172°27'44"	S	7°32'16"	E		53.20	6.979			52.740	223,644 .979	8946,955.260	3159.810	A	E
	A	F	11°59'00"		171°16'44"	S	8°43'16"	E		31.15	4.723			30.790	223,642 .723	8946,977.210	3158.746	A	F
	A	G	44°50'00"		204°07'44"	S	24°07'44"	W		12.78		5.224		11.663	223,632 .776	8946,996.337	3158.217	A	G
	A	P.01	61°59'30"		221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°39'00"		321°56'44"	N	38°03´16"	W		16.15		9.955	12.717		223,628 .045	8947,020.717	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°09'00"		114°26'44"	S	65°33'16"	E		22.936	20.880			9.492	223,658.880	8946,998.508	3167.061	HITO-09	
	BUZON		342°00'00"		141°17'44"	S	38°42'16"	E		43.19	27.007			33.705	223,665 .007	8946,974.295	3161.368	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH

Marco Antonio Lopez Cruz
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

Fernando Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31808031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-30

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 17-08-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-													223,638 .000	8947,008.000	3159.531		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A	C	11°10'00"		170°27'44"	S	9°32'16"	E	0.165698 0.986177	77.414	12.827			76.344	223,650 .827	8946,931.656	3161.247	A	C
	A	D	16°59'00"		176°16'44"	S	3°43'16"	E		74.000	4.803			73.844	223,642 .795	8946,934.155	3160.643	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .986	8946,955.261	3159.810	A	E
	A	F	11°59'40"		171°17'24"	S	8°42'36"	E		31.15	4.717			30.791	223,642 .724	8946,977.211	3158.746	A	F
	A	G	44°30'00"		203°47'44"	S	23°47'44"	W		12.78		5.156		11.694	223,632 .780	8946,996.338	3158.217	A	G
	A	P.01	61°59'40"		221°17'24"	S	41°17'24"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°35'00"		321°52´44"	N	38°07´16"	W		16.15		9.970	12.705		223,628 .030	8947,020.705	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'26"		114°25'10"	S	65°34'50"	E		22.936	20.884			9.482	223,658.884	8946,998.518	3167.061	HITO-09	
	BUZON		341°59'00"		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.368	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH

Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100746

Fructuoso Rubén Mendoza Garcia
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-31

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 24-08-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-													223,638 .000	8947,008.000	3159.531		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A	C	11°10'00"		170°27'44"	S	9°32'16"	E	0.165698 0.986177	77.414	12.827			76.344	223,650 .827	8946,931.656	3161.247	A	C
	A	D	16°59'00"		176°16'44"	S	3°43'16"	E		74.000	4.803			73.844	223,642 .803	8946,934.157	3160.643	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .994	8946,955.262	3159.810	A	E
	A	F	11°59'40"		171°17'24"	S	8°42'36"	E		31.15	4.717			30.791	223,642 .717	8946,977.209	3158.746	A	F
	A	G	44°30'00"		203°47'44"	S	23°47'44"	W		12.78		5.156		11.694	223,632 .782	8946,996.340	3158.217	A	G
	A	P.01	61°59'40"		221°17'24"	S	41°17'24"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°35'00"		321°52'44"	N	38°07'16"	W		16.15		9.970	12.705		223,628 .030	8947,020.705	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'26"		114°25'10"	S	65°34'50"	E		22.936	20.884			9.482	223,658.884	8946,998.518	3167.061	HITO-09	
	BUZON		341°59'00"		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 .017	8946,974.303	3161.368	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

Francisco Ruben Mend
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31603031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-32

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=31-08-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .068	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'25"		170°28'09"	S	9°31'51"	E	0.165578 0.986197	77.414	12.818			76.345	223,650 .818	8946,931.655	3161.230	A	C
	A	D	16°59'25"		176°17'09	S	3°42'51"	E		74.000	4.794			73.844	223,642 .794	8946,934.155	3160.618	A	D
	A	E	13°08'55"		172°26'39"	S	7°33'21"	E		53.20	6.995			52.738	223,644 .995	8946,955.262	3159.795	A	E
	A	F	12°02'00"		171°19'44"	S	8°40'16"	E		31.15	4.696			30.794	223,642 .696	8946,977.206	3158.738	A	F
	A	G	44°47'35"		204°05'19"	S	24°05'19"	W		12.78		5.216		11.667	223,632 .780	8946,996.333	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'50"		321°52'34"	N	38°07'26"	W		16.15		9.970	12.705		223,628.030	8947,020.705	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°06'26"		114°24'10"	S	65°35'50"	E		22.936	20.887			9.476	223,658 .887	8946,998.524	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°57'00"		141°14'44"	S	38°45'16"	E		43.19	27.036			33.681	223,665 .036	8946,974.319	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio Lopez Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

Fructuoso Rubén Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-33

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=07-09-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .068	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'10"	S	9°31'50"	E	0.165574 0.986197	77.414	12.818			76.345	223,650 .818	8946,931.655	3161.230	A	C
	A	D			176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797			73.844	223,642 .797	8946,934.156	3160.618	A	D
	A	E			172°27'00"	S	7°33'08"	E		53.20	6.992			52.739	223,644 .992	8946,955.261	3159.795	A	E
	A	F			171°16'05"	S	8°43'55"	E		31.15	4.729			30.789	223,642 .729	8946,977.211	3158.738	A	F
	A	G			203°59'10"	S	23°59'10"	W		12.78		5.195		11.676	223,632 .791	8946,996.334	3158.214	A	G
	A	P.01			221°16'10"	S	41°16'10"	W		4.53		2.988		3.405	223,635 .012	8947,004.595	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°52'50"	N	38°07'10"	W		16.15		9.969	12.706		223,628.031	8947,020.706	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°26'10"	S	65°33'50"	E		22.936	20.881			9.488	223,658 .881	8946,998.512	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°18'00"	S	38°42'00"	E		43.19	27.004			33.707	223,665 .004	8946,974.293	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

Rosbrown Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-34

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=14-09-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .068	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'30"		170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,650 .816	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D	16°59'12"		176°16'56"	S	3°43'04"	E		74.000	4.798			73.844	223,642 .794	8946,934.155	3160.618	A	D
	A	E	13°09'04"		172°26'48"	S	7°33'12"	E		53.20	6.993			52.738	223,644 .991	8946,955.260	3159.795	A	E
	A	F	11°57'30"		171°15'14"	S	8°44'46"	E		31.15	4.737			30.788	223,642 .730	8946,977.212	3158.738	A	F
	A	G	44°52'00"		204°09'44"	S	24°09'44"	W		12.78		5.231		11.660	223,632 .807	8946,996.340	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'00"		321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°08'00"		114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9.485	223,658 .883	8946,998.515	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°57'20"		141°15'04"	S	38°44'56"	E		43.19	27.033			33.684	223,665 .033	8946,974.316	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fructuoso Rubén Mendoza García
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Hoja-35

Fecha=21-09-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .068	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'30"		170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,650 .816	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D	16°59'12"		176°16'56"	S	3°43'04"	E		74.000	4.798			73.844	223,642 .797	8946,934.159	3160.618	A	D
	A	E	13°09'04"		172°26'48"	S	7°33'12"	E		53.20	6.993			52.738	223,644 .992	8946,955.261	3159.795	A	E
	A	F	11°57'30"		171°15'14"	S	8°44'46"	E		31.15	4.737			30.788	223,642 .729	8946,977.211	3158.738	A	F
	A	G	44°52'00"		204°09'44"	S	24°09'44"	W		12.78		5.231		11.660	223,632 .800	8946,996.335	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'00"		321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°08'00"		114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9.485	223,658 .883	8946,998.515	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°57'20"		141°15'04"	S	38°44'56"	E		43.19	27.033			33.684	223,665 .033	8946,974.316	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100749

Francisco Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPÓGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-36

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=28-09-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .068	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'30"		170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,650 .816	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D	16°59'12"		176°16'56"	S	3°43'04"	E		74.000	4.798			73.844	223,642 .798	8946,934.160	3160.618	A	D
	A	E	13°09'04"		172°26'48"	S	7°33'12"	E		53.20	6.993			52.738	223,644 .993	8946,955.262	3159.795	A	E
	A	F	11°57'30"		171°15'14"	S	8°44'46"	E		31.15	4.737			30.788	223,642 .737	8946,977.212	3158.738	A	F
	A	G	44°52'00"		204°09'44"	S	24°09'44"	W		12.78		5.231		11.660	223,632 .769	8946,996.334	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'00"		321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°08'00"		114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9.485	223,658 .883	8946,998.515	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°57'20"		141°15'04"	S	38°44'56"	E		43.19	27.033			33.684	223,665 .033	8946,974.316	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-37

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=05-10-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 .068	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650 .821	8946,931.655	3161.230	A	C
	A	D			176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797			73.844	223,642 .797	8946,934.157	3160.618	A	D
	A	E			172°26'50"	S	7°33'10"	E		53.20	6.993			52.738	223,644 .994	8946,955.263	3159.795	A	E
	A	F			171°20'30"	S	8°39'30"	E		31.15	4.689			30.795	223,642 .689	8946,977.205	3158.738	A	F
	A	G			204°01'45"	S	24°01'45"	W		12.78		5.204		11.672	223,632 .796	}8946,996.336	3158.214	A	G
	A	P.01			221°15'30"	S	41°15'30"	W		4.53		2.987		3.405	223,635 .013	8947,004.595	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°52'55"	N	38°07'05"	W		16.15		9.969	12.706		223,628.031	8947,020.706	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'05"	S	65°34'55"	E		22.936	20.884			9.482	223,658 .884	8946,998.518	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°16'30"	S	38°43'30"	E		43.19	27.019			33.695	223,665 .019	8946,974.305	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

Fructuoso Ruiz Mendoza
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-38

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=12-10-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.531		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A	C			170°27'30"	S	9°32'30"	E	0.165765 0.986165	77.414	12.833			76.343	223,650.833	8946,931.657	3161.247	A	C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .800	8946,934.159	3160.643	A	D
	A	E			172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998			52.738	223,644 .993	8946,955.261	3159.810	A	E
	A	F			171°19'00"	S	8°41'00"	E		31.15	4.703			30.793	223,642 .693	8946,977.206	3158.746	A	F
	A	G			204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198		11.675	223,632 .799	8946,996.336	3158.217	A	G
	A	P.01			221°15'10"	S	41°15'10"	W		4.53		2.987		3.406	223,635 .013	8947,004.594	3160.000	A	P.01
	A	B.M			321°49'30"	N	38°10´30"	W		16.15		9.982	12.696		223,628 .018	8947,020.696	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°24'00"	S	65°36'00"	E		22.936	20.887			9.475	223,658 .887	8946,998.525	3167.061	HITO-09	
	BUZON				141°13'30"	S	38°46'30"	E		43.19	27.048			33.671	223,665 .048	8946,974.329	3161.366	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 33808031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-39

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 19-10-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.531		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A	C			170°27'30"	S	9°32'30"	E	0.165765 0.986165	77.414	12.833			76.343	223,650.833	8946,931.657	3161.247	A	C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .808	8946,934.159	3160.643	A	D
	A	E			172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998			52.738	223,644 .998	8946,955.264	3159.810	A	E
	A	F			171°19'00"	S	8°41'00"	E		31.15	4.703			30.793	223,642 .703	8946,977.207	3158.746	A	F
	A	G			204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198		11.675	223,632 .802	8946,996.337	3158.217	A	G
	A	P.01			221°15'10"	S	41°15'10"	W		4.53		2.987		3.406	223,635 .013	8947,004.594	3160.000	A	P.01
	A	B.M			321°49'30"	N	38°10´30"	W		16.15		9.982	12.696		223,628 .018	8947,020.696	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°24'00"	S	65°36'00"	E		22.936	20.887			9.475	223,658 .887	8946,998.525	3167.061	HITO-09	
	BUZON				141°13'30"	S	38°46'30"	E		43.19	27.048			33.671	223,665 .048	8946,974.329	3161.366	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31503031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-40

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 26-10-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'35		170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814			76.346	223,650 .814	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D	16°59'20"		176°17'04"	S	3°42'56"	E		74.000	4.795			73.844	223,642 .806	8946,934.156	3160.618	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .996	8946,955.262	3159.795	A	E
	A	F	11°59'50"		171°17'34"	S	8°42'26"	E		31.15	4.716			30.791	223,642 .704	8946,977.208	3158.738	A	F
	A	G	44°48'05"		204°05'49"	S	24°05'49"	W		12.78		5.218		11.666	223,632 .801	8946,996.336	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'00"		321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'00"		114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,658 .885	8946,998.521	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°59'30"		141°07'14"	S	38°52'46"	E		43.19	27.111			33.622	223,665 .111	8946,974.378	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100745

Fructuoso Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-41

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=02-11-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'35		170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814			76.346	223,650 .814	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D	16°59'20"		176°17'04"	S	3°42'56"	E		74.000	4.795			73.844	223,642 .808	8946,934.157	3160.618	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .995	8946,955.261	3159.795	A	E
	A	F	11°59'50"		171°17'34"	S	8°42'26"	E		31.15	4.716			30.791	223,642 .708	8946,977.210	3158.738	A	F
	A	G	44°48'05"		204°05'49"	S	24°05'49"	W		12.78		5.218		11.666	223,632 .800	8946,996.329	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'00"		321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'00"		114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,658 .885	8946,998.521	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°59'30"		141°07'14"	S	38°52'46"	E		43.19	27.111			33.622	223,665 .111	8946,974.378	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fructuoso Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Hoja-42

Fecha=09-11-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'35		170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814			76.346	223,650 .814	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D	16°59'20"		176°17'04"	S	3°42'56"	E		74.000	4.795			73.844	223,642 .800	8946,934.155	3160.618	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .997	8946,955.263	3159.795	A	E
	A	F	11°59'50"		171°17'34"	S	8°42'26"	E		31.15	4.716			30.791	223,642 .712	8946,977.211	3158.738	A	F
	A	G	44°48'05"		204°05'49"	S	24°05'49"	W		12.78		5.218		11.666	223,632 .790	8946,996.328	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'00"		321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'00"		114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,658 .885	8946,998.521	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°59'30"		141°07'14"	S	38°52'46"	E		43.19	27.111			33.622	223,665 .111	8946,974.378	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100746

Fructuoso Ronald Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31603031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-43

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=16-11-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	-												223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B	00°00'00"		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'35		170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814			76.346	223,650 .814	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D	16°59'20"		176°17'04"	S	3°42'56"	E		74.000	4.795			73.844	223,642 .795	8946,934.154	3160.618	A	D
	A	E	13°09'00"		172°26'44"	S	7°33'16	E		53.20	6.994			52.738	223,644 .994	8946,955.262	3159.795	A	E
	A	F	11°59'50"		171°17'34"	S	8°42'26"	E		31.15	4.716			30.791	223,642 .711	8946,977.208	3158.738	A	F
	A	G	44°48'05"		204°05'49"	S	24°05'49"	W		12.78		5.218		11.666	223,632 .782	8946,996.325	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'00"		321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'00"		114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,658 .885	8946,998.521	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°59'30"		141°07'14"	S	38°52'46"	E		43.19	27.111			33.622	223,665 .111	8946,974.378	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ

Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100740

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-44

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=23-11-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.524		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650 .821	8946,931.655	3161.247	A	C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .798	8946,934.158	3160.636	A	D
	A	E			172°27'00"	S	7°33'00"	E		53.20	6.990			52.739	223,644 .998	8946,955.264	3159.805	A	E
	A	F			171°17'30"	S	8°42'30"	E		31.15	4.716			30.791	223,642 .717	8946,977.210	3158.743	A	F
	A	G			204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198		11.675	223,632 .785	8946,996.332	3158.216	A	G
	A	P.01			221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M			321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628 .024	8947,020.700	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,658 .884	8946,998.517	3167.064	HITO-09	
	BUZON				141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,664 .997	8946,974.287	3161.354	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio Lopez Catte
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fortunato Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 31808031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-45

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=30-11-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.524		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650 .821	8946,931.655	3161.247	A	C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .801	8946,934.158	3160.636	A	D
	A	E			172°27'00"	S	7°33'00"	E		53.20	6.990			52.739	223,644 .994	8946,955.262	3159.805	A	E
	A	F			171°17'30"	S	8°42'30"	E		31.15	4.716			30.791	223,642 .715	8946,977.209	3158.743	A	F
	A	G			204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198		11.675	223,632 .795	8946,996.336	3158.216	A	G
	A	P.01			221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M			321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628 .024	8947,020.700	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,658 .884	8946,998.517	3167.064	HITO-09	
	BUZON				141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,664 .997	8946,974.287	3161.354	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fructuoso Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31809631

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-46

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha= 07-12-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"												223,638 .000	8947,008.000	3159.524		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650 .821	8946,931.655	3161.247	A	C
	A	D			176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 .808	8946,934.160	3160.636	A	D
	A	E			172°27'00"	S	7°33'00"	E		53.20	6.990			52.739	223,644 .990	8946,955.261	3159.805	A	E
	A	F			171°17'30"	S	8°42'30"	E		31.15	4.716			30.791	223,642 .716	8946,977.212	3158.743	A	F
	A	G			204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198		11.675	223,632 .802	8946,996.341	3158.216	A	G
	A	P.01			221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 .011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M			321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628 .024	8947,020.700	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,658 .884	8946,998.517	3167.064	HITO-09	
	BUZON				141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,664 .997	8946,974.287	3161.354	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130746

Fructuoso Rubén Mendoza García
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31608031

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-47

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=14-12-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-													223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'05"	S	9°31'55"	E	0.165597 0.986193	77.414	12.821			76.345	223,650 .821	8946,931.655	3161.230	A	C
	A	D			176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797			73.844	223,642 .800	8946,934.158	3160.618	A	D
	A	E			172°26'40"	S	7°33'20"	E		53.20	6.995			52.738	223,644 .993	8946,955.262	3159.795	A	E
	A	F			171°20'00"	S	8°40'00"	E		31.15	4.694			30.794	223,642 .710	8946,977.208	3158.738	A	F
	A	G			204°02'10"	S	24°02'10"	W		12.78		5.205		11.672	223,632 .800	8946,996.330	3158.214	A	G
	A	P.01			221°15'56"	S	41°15'56"	W		4.53		2.988		3.405	223,635 .012	8947,004.595	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°51'40"	N	38°08'20"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°26'15"	S	65°33'45"	E		22.936	20.881			9.489	223,658 .881	8946,998.511	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°16'28"	S	38°43'32"	E		43.19	27.019			33.695	223,665 .019	8946,974.305	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

Fructuoso Ruben Mendoza Garcia
TECNICO TOPOGRAFO
DNI: 36880071

HOJA DE CALCULO

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-48

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: Bach. C. Tarazona R.

Fecha=21-12-15

ANOTACIONES					Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices			Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
											E	W	N	S					
N	A	-													223,638 .000	8947,008.000	3159.532		A
	A	B			159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 .069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C			170°28'05"	S	9°31'55"	E	0.165597 0.986193	77.414	12.821			76.345	223,650 .821	8946,931.655	3161.230	A	C
	A	D			176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797			73.844	223,642 .797	8946,934.156	3160.618	A	D
	A	E			172°26'40"	S	7°33'20"	E		53.20	6.995			52.738	223,644 .995	8946,955.262	3159.795	A	E
	A	F			171°20'00"	S	8°40'00"	E		31.15	4.694			30.794	223,642 .694	8946,977.206	3158.738	A	F
	A	G			204°02'10"	S	24°02'10"	W		12.78		5.205		11.672	223,632 .795	8946,996.328	3158.214	A	G
	A	P.01			221°15'56"	S	41°15'56"	W		4.53		2.988		3.405	223,635 .012	8947,004.595	3160.001	A	P.01
	A	B.M			321°51'40"	N	38°08'20"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09				114°26'15"	S	65°33'45"	E		22.936	20.881			9.489	223,658 .881	8946,998.511	3167.062	HITO-09	
	BUZON				141°16'28"	S	38°43'32"	E		43.19	27.019			33.695	223,665 .019	8946,974.305	3161.352	BUZON	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

Fructuoso Ruben Mendoza García
TÉCNICO TOPOGRAFO
DNI: 31603021

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INFORME N° 466-2015-GSI/RRR-LG

SOLICITA : **Ing. Claudia Sofía Tarazona Rincón.**

PROYECTO : **"Modelo Matemático para determinarel índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable-Carretera acceso a el Pinar-Tramo 0+840 a 0+980,Localidad de Huaraz-Ancash".**

FECHA : **Febrero a Diciembre del 2015**

CALICATA : **C-01** Clasificación de suelos SUCS : **SC**

RESULTADO DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Muestra	Fecha	Contenido de Humedad ASTM D2216 NTP 339.127 (%)	Densidad o Peso Volumétrico de suelo cohesivo NTP 339.139 (BS 1377) (gr/cm3)	Permeabilidad de suelos ASTM D2434 (cm/seg)	
Mab-01	02-feb-15	23.10	1.697	0.0040879	4.088E-03
Mab-02	09-feb-15	11.46	1.961	0.0028835	2.884E-03
Mab-03	16-feb-15	12.75	1.460	0.0025509	2.551E-03
Mab-04	23-feb-15	13.97	1.834	0.0031131	3.113E-03
Mab-05	02-mar-15	12.20	1.950	0.0029150	2.915E-03
Mab-06	09-mar-15	12.79	1.876	0.0029621	2.962E-03
Mab-07	16-mar-15	12.38	1.417	0.0024769	2.477E-03
Mab-08	23-mar-15	20.70	1.755	0.0034275	3.428E-03
Mab-09	30-mar-15	17.93	1.791	0.0031980	3.198E-03
Mab-10	06-abr-15	13.03	1.856	0.0030093	3.009E-03

GEOSER INGENIEROS S.A.C. ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INFORME N° 466-2015-GSI/RRR-LG

SOLICITA : **Ing. Claudia Sofía Tarazona Rincón.**

PROYECTO : **"Modelo Matemático para determinarel índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable-Carretera acceso a el Pinar-Tramo 0+840 a 0+980,Localidad de Huaraz-Ancash".**

FECHA : **Febrero a Diciembre del 2015**

CALICATA : **C-01** Clasificación de suelos SUCS : **SC**

RESULTADO DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Muestra	Fecha	Contenido de Humedad ASTM D2216 NTP 339.127 (%)	Densidad o Peso Volumétrico de suelo cohesivo NTP 339.139 (BS 1377) (gr/cm3)	Permeabilidad de suelos ASTM D2434 (cm/seg)	
Mab-11	13-abr-15	13.18	1.843	0.0030879	3.088E-03
Mab-12	20-abr-15	12.33	1.412	0.0024669	2.467E-03
Mab-13	27-abr-15	16.12	1.792	0.0031728	3.173E-03
Mab-14	04-may-15	13.95	1.838	0.0031014	3.101E-03
Mab-15	11-may-15	20.11	1.768	0.0033017	3.302E-03
Mab-16	18-may-15	11.73	1.343	0.0023468	2.347E-03
Mab-17	28-may-15	12.57	1.905	0.0029181	2.918E-03
Mab-18	01-jun-15	12.42	1.930	0.0029165	2.917E-03
Mab-19	08-jun-15	22.25	1.726	0.0040187	4.019E-03
Mab-20	15-jun-15	13.16	1.843	0.0030627	3.063E-03

GEOSER INGENIEROS S.A.C. RRR ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INFORME N° 466-2015-GSI/RRR-LG

SOLICITA : **Ing. Claudia Sofía Tarazona Rincón.**

PROYECTO : **"Modelo Matemático para determinarel índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable-Carretera acceso a el Pinar-Tramo 0+840 a 0+980,Localidad de Huaraz-Ancash".**

FECHA : **Febrero a Diciembre del 2015**

CALICATA : **C-01** Clasificación de suelos SUCS : **SC**

RESULTADO DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Muestra	Fecha	Contenido de Humedad ASTM D2216 NTP 339.127 (%)	Densidad o Peso Volumétrico de suelo cohesivo NTP 339.139 (BS 1377) (gr/cm3)	Permeabilidad de suelos ASTM D2434 (cm/seg)	
Mab-21	12-jun-15	11.64	1.333	0.0023288	2.329E-03
Mab-22	29-jun-15	18.85	1.786	0.0032227	3.223E-03
Mab-23	06-jul-15	14.23	1.806	0.0031382	3.138E-03
Mab-24	13-jul-15	10.90	1.248	0.0021808	2.181E-03
Mab-25	20-jul-15	14.01	1.816	0.0031309	3.131E-03
Mab-26	27-jul-15	21.70	1.752	0.0036162	3.616E-03
Mab-27	03-ago-15	21.25	1.755	0.0035492	3.549E-03
Mab-28	10-ago-15	19.96	1.777	0.0032923	3.292E-03
Mab-29	17-ago-15	11.53	1.320	0.0023068	2.307E-03
Mab-30	24-ago-15	18.91	1.786	0.0032703	3.270E-03

GEOSER INGENIEROS S.A.C. ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP Nº 57900
Consultor de Obras - Reg. Nº C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INFORME N° 466-2015-GSI/RRR-LG

SOLICITA : **Ing. Claudia Sofía Tarazona Rincón.**

PROYECTO : **"Modelo Matemático para determinarel índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable-Carretera acceso a el Pinar-Tramo 0+840 a 0+980,Localidad de Huaraz-Ancash".**

FECHA : **Febrero a Diciembre del 2015**

CALICATA : **C-01** Clasificación de suelos SUCS : **SC**

RESULTADO DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Muestra	Fecha	Contenido de Humedad ASTM D2216 NTP 339.127 (%)	Densidad o Peso Volumétrico de suelo cohesivo NTP 339.139 (BS 1377) (gr/cm3)	Permeabilidad de suelos ASTM D2434 (cm/seg)	
Mab-31	31-ago-15	13.16	1.845	0.0030219	3.022E-03
Mab-32	07-sep-15	18.48	1.789	0.0032118	3.212E-03
Mab-33	14-sep-15	15.80	1.795	0.0031562	3.156E-03
Mab-34	21-sep-15	12.90	1.863	0.0029653	2.965E-03
Mab-35	28-sep-15	16.84	1.791	0.0031873	3.187E-03
Mab-36	05-oct-15	20.31	1.768	0.0033772	3.377E-03
Mab-37	12-oct-15	15.73	1.792	0.0031471	3.147E-03
Mab-38	19-oct-15	20.33	1.768	0.0034181	3.418E-03
Mab-39	26-oct-15	15.30	1.752	0.0030611	3.061E-03
Mab-40	02-nov-15	10.85	1.242	0.0021708	2.171E-03

GEOSER INGENIEROS S.A.C. ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INFORME N° 466-2015-GSI/RRR-LG

SOLICITA : **Ing. Claudia Sofía Tarazona Rincón.**

PROYECTO : **"Modelo Matemático para determinarel índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable-Carretera acceso a el Pinar-Tramo 0+840 a 0+980,Localidad de Huaraz-Ancash".**

FECHA : **Febrero a Diciembre del 2015**

CALICATA : **C-01** Clasificación de suelos SUCS : **SC**

RESULTADO DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Muestra	Fecha	Contenido de Humedad ASTM D2216 NTP 339.127 (%)	Densidad o Peso Volumétrico de suelo cohesivo NTP 339.139 (BS 1377) (gr/cm3)	Permeabilidad de suelos ASTM D2434 (cm/seg)	
Mab-41	09-nov-15	14.97	1.714	0.0029950	2.995E-03
Mab-42	16-nov-15	15.78	1.798	0.0031571	3.157E-03
Mab-43	23-nov-15	16.26	1.729	0.0030775	3.078E-03
Mab-44	30-nov-15	13.86	1.587	0.0027730	2.773E-03
Mab-45	07-dic-15	15.74	1.802	0.0031445	3.145E-03
Mab-46	14-dic-15	14.41	1.650	0.0028830	2.883E-03
Mab-47	21-dic-15	15.82	1.797	0.0031602	3.160E-03

GEOSER INGENIEROS S.A.C. ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP Nº 57900
Consultor de Obras - Reg. Nº C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 23/01/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camioneta, [illegible]	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S4	3S1 O+T3S4	
8:00	→	卌卌 卌卌卌 卌卌|	卌卌卌 卌卌|	卌卌卌	||||	||			|	|												
9:00	←	卌卌卌 卌卌卌 |||	卌卌卌 卌卌卌 ||	卌卌|||	|||	|							|									
9:00	→	卌卌卌 卌卌卌 卌||||	卌卌卌 卌卌||	卌卌||||					|	||			||	|||								
10:00	←	卌卌卌 卌|	卌卌卌 卌|	卌卌|	|	||			|	|				|								
	TOTAL	129	106	53	08	05	–	–	03	04	–	–	03	04								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 24/01/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
		Auto, Station Wagon	Camioneta Pickup	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
10:30	→	5 5 5 5 5 5 III	5 5 I	5 I					I														
11:30	←	5 5 5 5 5 5 III	5 5 III	5	I																		
11:30	→	5 5 5 5 5 5 II	5 5 I	5 I		I																	
12:30	←	5 5 5 5 5 5 IIII	IIII	5 5 II																			
	TOTAL	97	29	24	01	01	–	–	01														

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH
Marco Antonio Lopez Castro
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100765

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA → BAJADA
Fecha 05/02/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camionetas Pickups	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
9:00	→	18	16	7	1								1										
10:00	←	16	13	9	2	1																	
10:00	→	18	14	7	2	1			2														
11:00	←	17	11	12					1					1									
	TOTAL	125	85	65	05	02	–	–	03	–	–	–	01	01									

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio Lopez Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido ⟶ SUBIDA ⟵ BAJADA
Fecha 06/02/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camioneta, Pick up	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
10:30	⟶	11	4	5	2			1					1	1									
11:30	⟵	11	5	4	1	1			1	1													
11:30	⟶	13	4	2	3	2				2													
12:30	⟵	14	2	3	2	1		2	1	1			1	1									
	TOTAL	76	58	45	08	04	–	03	02	04	–	–	02	02									

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH- HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 21/02/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
		Auto, Station Wagon	Camioneta Pick Up	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
10:00	→	26 26 26 26 1	26 26 26	26	11																	
11:00	←	26 26 26 26 26	26 26 1	26 1	1																	
11:00	→	26 26 26	26 26 26 111	1111		11																
12:00	←	26 26 26 26 11	26 26 26 11	1111	1																	
	TOTAL	83	61	19	04	02																

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100744

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 22/02/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
		Pulmón, Station Wagon	Camioneta, pickup	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
10:30	→	11	11	1	1				1														
11:30	←	11	11	1	1				1														
11:30	→	11	11	1	1				1														
12:30	←	11	1	1	1				1				1										
	TOTAL	93	68	25	06	—	—	—	05	—	—	—	01										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 90745

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 04/03/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camioneta Pickup	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
9:00	→	26	22	16	1				1														
10:00	←	26	19	17	11								1										
10:00	→	26	22	17	1	1				11													
11:00	←	26	19	14		1																	
	TOTAL	122	88	64	04	02	–	–	01	02	–	–	01										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 05/03/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camionetas, Pickups	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:30	→	26	24	13	4	1	1		1		1			1								
8:30	←	26	25	1	2					1												
8:30	→	25	26	3	1		1	3	1				2		2							
9:30	←	23	20	13	2	2				1	1		1	1								
	TOTAL	106	95	53	09	03	02	03	02	02	02	–	03	02	02							

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP 100 00746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 20/03/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Pulloy, Station Wagon	Camioneta, Pick Up	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
8:00	→	26	23	12	4	3			1													
9:00	←	22	21	8	2	1				1												
9:00	→	23	21	9					2	2			3	1								
10:00	←	22	21	9	3	2			2	1				1								
	TOTAL	139	115	58	09	06	–	–	05	04	–	–	03	02								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL
Marco Antonio Lopez
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100745

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido ⟶ SUBIDA ⟵ BAJADA
Fecha 21/03/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
		Auto, Station Wagon	Camioneta pickups	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
8:00	⟶	18	12	4	2	2			1	1													
9:00	⟵	16	4	1	1				2														
9:00	⟶	18	4	2					1				1										
10:00	⟵	17	4	3	1				2	1													
	TOTAL	121	68	28	04	02	—	—	06	02	—	—	01										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio Lopez Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido ⟶ SUBIDA ⟵ BAJADA
Fecha 02/04/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
		Auto, Station Wagon	Camioneta, Panel	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
8:00	⟶	18	14	12	11	1			1														
9:00	⟵	19	11	11						1													
9:00	⟶	16	13	7	11		1				11												
10:00	⟵	12	13			11	1		1	1													
	TOTAL	130	112	52	05	03	02	–	02	02	02												

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Cerón
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 03/04/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Pulloy, Station Wagon	Camioneta, Pickup	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
8:00	→	26	18	13	03	1							1									
9:00	←	21	13	12																		
9:00	→	22	22	12					1	2												
10:00	←	22	17	12	02	1																
	TOTAL	116	88	64	05	02	–	–	01	02	–	–	01									

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100745

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 16/04/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camioneta, [illegible]	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:30	→	卌卌卌 卌卌卌 卌	卌卌卌 IIII	卌卌III	卌III	I		II	II				III									
8:30	←	卌卌卌 卌卌卌 III	卌卌卌 卌II	卌卌I	卌I	I																
8:30	→	卌卌卌 卌卌卌 卌I	卌卌卌 卌	卌卌III	卌卌I		II			I	II											
9:30	←	卌卌卌 卌卌卌 卌	卌卌卌 卌III	卌卌I	卌III				I				I									
	TOTAL	139	84	48	33	02	02	02	03	01	02	–	04									

Marco Antonio López Caíre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100748

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 17/04/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camionetas, Pickups	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T2S4	3S1 O+T3S4	3S1 O+T3S5		
9:00	→	19	14	11			2		2									1					
10:00	←	18	7	6	2				2														
10:00	→	18	7	6					3														
11:00	←	18	7	6			1		1									1					
	TOTAL	137	82	55	02	—	03	—	08	—	—	—	—	—	—	—	—	02					

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 29/04/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Auto, Station Wagon	Camioneta, Pick-up	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
7:30	→	11	111	111	11	11	111						11										
8:30	←	1		11		1			11														
8:30	→	111	111	111	111				1	11													
9:30	←	1111	1	1			1			1			11										
	TOTAL	118	99	82	31	03	04	–	03	03	–	–	04										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido ⟶ SUBIDA ⟵ BAJADA
Fecha 30/04/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camionetas, Pickup	Combi	Micro (mini bus)	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T2S4	3S1 O+T3S1	3S1 O+T3S6		
9:30	⟶	42	32	23	4				1														
10:30	⟵	43	28	24	1																		
10:30	⟶	44	31	23		2				1			1										
11:30	⟵	35	27	24																			
	TOTAL	114	88	64	05	02	—	—	01	01	—	—	01										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 16/05/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
		Autos, Station Wagon	Camionetas, pickups	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T2S4	3S1 O+T3S4	3S1 O+T3S5		
11:00	→	28	17	5	1	1																	
12:00	←	28	17	4	1	1																	
12:00	→	28	17	5		1																	
13:00	←	28	17	4									1										
	TOTAL	101	67	19	03	05	–	–	–	–	–	–	01										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 160746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 17/05/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Auto, Station Wagon	Camioneta, Pick Up	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T2S4	3S1 O+T3S4	3S1 O+T3S5	
11:00	→	44 44 44 44 II	44 44 44 44	44 I	I				I													
12:00	←	44 44 44 44 44	44 44 44	44																		
12:00	→	44 44 44 44 44 II	44 44 44	III					II													
13:00	←	44 44 44 IIII	44 III	IIII	II				I													
	TOTAL	93	58	18	03	–	–	–	04													

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH HUARAZ
Marco Antonio López Cano
INGENIERO CIVIL
CIP N° 103974

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido ——▷ SUBIDA ◁—— BAJADA
Fecha 27/05/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camionetas, Pickups	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
7:30	▷	26	14	13	6	4			1														
8:30	◁	24	12	12	6	2							1										
8:30	▷	23	13	11	3	5		3		2			1										
9:30	◁	22	14	11	2	1		2	1														
	TOTAL	115	78	67	27	12	—	05	02	02	—	—	02										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 28/05/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
		Auto, Station Wagon	Camioneta Pick Up	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T2S4	3S1 O+T3S4	3S1 O+T3S5		
8:00	→	11	11	11	III	I			I														
9:00	←	11	11	I	III								I										
9:00	→	11	11	11	IIII	II							II										
10:00	←	11	II	I	III	I			II	II													
	TOTAL	108	97	48	13	04	–	–	03	02	–	–	03										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Cano
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100726

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido ——▷ SUBIDA ◁—— BAJADA
Fecha 10/06/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		autos, Station Wagon	Camioneta rural, pick up	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E B+4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T2S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
9:00	▷	26	18	13	3	2																	
10:00	◁	23	15	8																			
10:00	▷	24	6	9					1				1										
11:00	◁	23	5	7	2					1													
	TOTAL	126	84	61	05	02	—	—	01	01	—	—	01										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido ——▷ SUBIDA ◁—— BAJADA
Fecha 11/06/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camionetas Pick Up	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E B+4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T2S4	3S1 O+T3S4	3S1 O+T3S6	
7:00	▷	26	23	11	4	2		1					2	1								
8:00	◁	21	23	9	2						2											
8:00	▷	18	12	10	1				3	2												
9:00	◁	14	14	9	1	1	2	1	1		1			1								
	TOTAL	120	104	54	12	03	02	02	04	02	03	—	02	02								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio Lopez Guerra
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 26/06/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camioneta, pick up	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E B+4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
7:30	→	19	17	7	6	2			1	2													
8:30	←	19	14	8																			
8:30	→	18	12	7	1	3					2												
9:30	←	13	15	4	2		3		1														
	TOTAL	107	98	45	38	05	03	–	02	02	02												

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH
Marco Antonio López Cueto
INGENIERO CIVIL
CIP N° 100744

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido
Fecha 27/06/2015 ——▷ SUBIDA ◁—— BAJADA

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camioneta Pickup	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T2S4	3S1 O+T3S4	3S1 O+T3S5		
8:00	▷	11	11	11		1				1			1										
9:00	◁	11	11	111	111																		
9:00	▷	11	111	11					1														
10:00	◁	11	1111	11	11	1																	
	TOTAL	106	79	58	05	02	–	–	01	01	–	–	01										

Marco Antonio Lopez Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido ⟶ SUBIDA ⟵ BAJADA
Fecha 09/07/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Auto, Station Wagon	Camioneta pick up	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
9:00	⟶	11			11		1		11														
10:00	⟵			1					1									11					
10:00	⟶		11						1														
11:00	⟵		1	11			11		11									11					
	TOTAL	124	94	56	02	—	03	—	06	—	—	—	—	—	—	—	—	04					

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 10/07/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Station Wagon	Camioneta	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T2S4	3S1 O+T3S4	3S1 O+T3S5		
7:00	→	26	23	21	10	2			1	1			1										
8:00	←	23	21	19	10					1			1										
8:00	→	21	17	19	9		3			1			1										
9:00	←	23	17	22	12	2	1		2				1										
	TOTAL	114	99	81	39	04	04	–	03	03	–	–	04										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 22/07/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camionetas, Pickup	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
7:00	→	26	23	19	9	1	2				2		1										
8:00	←	26	23	19	9	1																	
8:00	→	26	23	19	9	1			2					1									
9:00	←	26	23	19	9	1	1		1	2			1	1									
	TOTAL	106	94	76	36	04	03	–	03	02	02	–	02	02									

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 23/07/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camioneta Rural	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
7:00	→	14	13	6	8	1	1			1				2									
8:00	←	12	11	3	5	1	1			1													
8:00	→	15	5	4	8	1	1		2				1										
9:00	←	13	3		5	1	1			1													
	TOTAL	114	92	73	44	04	04	–	02	03	–	–	01	02									

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 06/08/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Pulog. Station Wagon	Camioneta Rural	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
9:00	→	18	15	18	5	1			1														
10:00	←	19	11	14	1	1																	
10:00	→	18	13	8						1			1										
11:00	←	18	7	13	1																		
	TOTAL	112	82	63	07	02	–	–	01	01	–	–	01										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 07/08/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camionetas Pickup	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:00	→	19	15	11	5	1			1		1		2									
8:00	←	18	13	8	4	1			1		1											
8:00	→	17	14	7	3		1	2	1	1				2								
9:00	←	16	13	8	4	1	1		1	1												
	TOTAL	127	99	54	21	03	02	02	04	02	02	—	02	02								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 20/08/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camioneta, Pick-ups	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
8:00	→	11	11	11	1	1				1												
9:00	←	11	11	1	111				11													
9:00	→	11	1	1		1	11															
10:00	←	11	11	111	111	1								1								
	TOTAL	102	87	67	11	03	02	–	02	01	–	–	–	01								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100745

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 21/08/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
		Autos, Station Wagon	Camioneta, Pickup	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T2S4	3S1 O+T3S4	3S1 O+T3S5		
7:00	→	26	25	21	16		1			1	11												
8:00	←	27	21	16	13	1	1		11														
8:00	→	25	23	21	14	1	1	11					1										
9:00	←	22	24	18	14	1				1			1										
	TOTAL	134	132	62	22	03	03	02	02	02	02	–	02										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA.
Fecha 11/09/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camioneta Pickup	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:00	→	26	20	17	3	1	1							1								
8:00	←	26	21	18	4	1																
8:00	→	26	20	18	2		2						2									
9:00	←	26	20	17	3		1															
	TOTAL	140	101	85	16	02	04	—	—	—	—	—	02	01								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH

Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA.
Fecha 12/09/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camioneta, Pickups	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E BX4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
8:00	→	14	11	11	1					1												
9:00	←	11	14	14	11	11			11													
9:00	→	14	13	11					1				1									
10:00	←	14	11	1					111	1												
	TOTAL	108	58	36	03	02	–	–	06	02	–	–	01									

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 24 /09 /2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camiones, Pickups	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:30	→	44 44 44

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 25/09/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camioneta pickup	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:30	→	18	15	13	4	3		1	1				2	1								
8:30	←	14	12	12	4	1		1														
8:30	→	14	14	11	4	1		1	2	1												
9:30	←	14	14	13	1	1		1		1				1								
	TOTAL	124	98	69	18	06	—	04	03	02	—	—	02	02								

COLEGIO DE INGENIEROS CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 07/10/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camioneta, Pickups	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:00	→	28	17	13	3	1			2					2								
8:00	←	22	14	5	2				1													
8:00	→	21	11	6	2	2			2				2									
9:00	←	19	16	2		1																
	TOTAL	140	88	60	07	04	—	—	05	—	—	—	02	02								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL

Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 08/10/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camioneta, pickups	Combi	Micro minibus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:00	→	26	22	13	10	3		1														
8:00	←	25	25	13	12	5		1	1	1												
8:00	→	25	21	13	12	1		2	1	2			1									
9:00	←	25	17	12		2		1	1													
	TOTAL	101	85	49	37	11	—	05	03	03	—	—	01									

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 23/10/2015

Hora	Sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camionetas Pickups	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:30	→	26	15	10	3	1																
8:30	←	24	11	8	3	2			1					1								
8:30	→	24	15	13	1	1			3				1	1								
9:30	←	21	12	8					1				1									
	TOTAL	141	85	54	07	04	—	—	05	—	—	—	02	02								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ...

Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido ——▷ SUBIDA ◁—— BAJADA.
Fecha 24/10/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camioneta Pickup	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
9:00	▷	18	15	11	1				1													
10:00	◁	14	13	1	11																	
10:00	▷	16	14		11	11				1												
11:00	◁	15	5		1								1									
	TOTAL	113	77	55	06	02	—	—	01	01	—	—	01									

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ

Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA.
Fecha 05/11/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
		Autos, Station Wagon	Camioneta pick up	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
7:00	→	44 44 44 44 44 44 44 11	44 44 44 44 111	44 44 44 44 1	1111	11			1				1										
8:00	←	44 44 44 44 44 44 44	44 44 44 44 1	44 44 44 111	11	1			1				1										
8:00	→	44 44 44 44 44 44 44 111	44 44 44 44 11	44 44 44 111	1	1			11				1										
9:00	←	44 44 44 44 44 44 44 44	44 44 44 44 1111	44 44 44	1	11			1														
	TOTAL	145	95	72	08	06	—	—	05	—	—	—	03										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 06/11/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
		Autos, Station Wagon	Camiones Ligeros	Combi	Micro mini bus	OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8x4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
7:00	→	41	32	14	6	III			I														
8:00	←	42	32	14	4	II			I														
8:00	→	42	34	14	4				III				II										
9:00	←	42	33	14	3	I			I				I										
	TOTAL	138	139	69	18	06	—	—	06	—	—	—	03										

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA.
Fecha 19/11/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camioneta, Pick up	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:30	→	14	13	12	1	4	2							2								
8:30	←	12	13	12	4	2																
8:30	→	13	13	14	4	1							2									
9:30	←	13	13	14	2	2	1															
TOTAL		117	103	84	15	09	03	—	—	—	—	—	02	02								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 20/11/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Auto, Station Wagon	Camiones Pick Ups	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:00	→	11	11	11	111	11				1				1								
8:00	←	11	1	111	111	11								1								
8:00	→	1	111	11	1				11	1			1									
9:00	←	1111	1	11	11					1			1									
	TOTAL	98	78	63	10	04	–	–	02	03	–	–	02	02								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA.
Fecha 02 / 12 / 2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camionetas, pickup	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E B+4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
8:00	→	26	24	11	7	2			1				1	1								
9:00	←	22	18	8	3	1																
9:00	→	21	15	5		1			3	2				1								
10:00	←	25	7	4	1	1			1	2			1									
	TOTAL	104	94	38	08	05	—	—	05	04	—	—	02	02								

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 03/12/2015

Hora	sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																	TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER				
		Autos, Station Wagon	Camionetas, Pickups	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6		
7:30	→	23	18	13	3	2							1										
8:30	←	23	18	13	2																		
8:30	→	23	18	13					1	1			1	2									
9:30	←	23	18	12					1														
	TOTAL	123	87	67	05	02	—	—	02	01	—	—	02	02									

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH-HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR, DIARIO & POR SENTIDO

Ubicación -Huaraz
Sentido → SUBIDA ← BAJADA
Fecha 04/12/2015

Hora	Sentido	TRAFICO LIGERO				TRAFICO PESADO																TOTAL
						OMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER			
		Autos, Station Wagon	Camionetas	Combi	Micro mini bus	2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E Bx4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6	
7:00	→	18	18	13	4	2			1													
8:00	←	14	13	12	3	1			1													
8:00	→	15	12	13	3	2			3				2									
9:00	←	11	8	10	2	1			1													
TOTAL		138	141	88	12	06	—	—	06	—	—	—	02									

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ
Marco Antonio López Calle
INGENIERO CIVIL
CIP-Nº 100746

HOJAS DE CÁLCULO

PRUEBA

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Desplazamiento

(I)

FECHA	D			E			F			G			DESPLAZAMIENTO (I) m/día
	E	N	Magnitud	E	N	Magnitud	E	N	Magnitud	E	N	Magnitud	
26/01/2015	223,642.781	8,946,934.155	-	223,644.979	8,946,955.260	-	223,642.701	8,946,977.207	-	223,632.779	8,946,996.335	-	
02/02/2015	223,642.792	8,946,934.155	0.008	223,644.994	8,946,955.262	0.000	223,642.625	8,946,977.195	0.064	223,632.774	8,946,996.337	0.071	0.03576
09/02/2015	223,642.794	8,946,934.156	0.003	223,644.995	8,946,955.263	0.002	223,642.310	8,946,977.196	0.003	223,632.775	8,946,996.338	0.002	0.00245
16/02/2015	223,642.795	8,946,934.157	0.003	223,644.997	8,946,955.264	0.003	223,642.651	8,946,977.197	0.013	223,632.776	8,946,996.339	0.008	0.00685
23/02/2015	223,642.797	8,946,934.158	0.006	223,644.998	8,946,955.265	0.002	223,642.689	8,946,977.205	0.012	223,632.785	8,946,996.340	0.004	0.00600
02/03/2015	223,642.796	8,946,934.157	0.002	223,644.997	8,946,955.264	0.001	223,642.688	8,946,977.204	0.003	223,632.788	8,946,996.341	0.004	0.00260
09/03/2015	223,642.798	8,946,934.160	0.003	223,644.999	8,946,955.264	0.002	223,642.692	8,946,977.206	0.004	223,632.787	8,946,996.336	0.002	0.00273
16/03/2015	223,642.795	8,946,934.160	0.005	223,644.996	8,946,955.263	0.006	223,642.691	8,946,977.206	0.003	223,632.786	8,946,996.335	0.013	0.00665
23/03/2015	223,642.808	8,946,934.161	0.016	223,644.998	8,946,955.264	0.012	223,642.690	8,946,977.198	0.074	223,632.788	8,946,996.339	0.001	0.02572
30/03/2015	223,642.800	8,946,934.156	0.003	223,644.994	8,946,955.262	0.002	223,642.714	8,946,977.209	0.025	223,632.765	8,946,996.336	0.022	0.01312
06/04/2015	223,642.795	8,946,934.156	0.004	223,644.996	8,946,955.266	0.003	223,642.691	8,946,977.206	0.002	223,632.786	8,946,996.339	0.002	0.00278
13/04/2015	223,642.797	8,946,934.160	0.004	223,644.997	8,946,955.266	0.001	223,642.695	8,946,977.208	0.003	223,632.783	8,946,996.338	0.008	0.00400
20/04/2015	223,642.798	8,946,934.161	0.002	223,644.986	8,946,955.263	0.012	223,642.705	8,946,977.208	0.010	223,632.786	8,946,996.340	0.002	0.00662
27/04/2015	223,642.792	8,946,934.155	0.016	223,644.985	8,946,955.261	0.004	223,642.718	8,946,977.209	0.013	223,632.779	8,946,996.335	0.012	0.01122
04/05/2015	223,642.800	8,946,934.156	0.000	223,644.996	8,946,955.262	0.002	223,642.694	8,946,977.206	0.002	223,632.782	8,946,996.336	0.017	0.00514
11/05/2015	223,642.808	8,946,934.156	0.027	223,644.990	8,946,955.261	0.011	223,642.731	8,946,977.211	0.030	223,632.783	8,946,996.339	0.012	0.02001
18/05/2015	223,642.806	8,946,934.156	0.002	223,644.986	8,946,955.260	0.004	223,642.733	8,946,977.212	0.005	223,632.772	8,946,996.337	0.014	0.00630
25/05/2015	223,642.807	8,946,934.157	0.001	223,644.988	8,946,955.265	0.003	223,642.728	8,946,977.211	0.004	223,632.780	8,946,996.338	0.003	0.00268
01/06/2015	223,642.800	8,946,934.155	0.004	223,644.985	8,946,955.263	0.002	223,642.729	8,946,977.213	0.001	223,632.779	8,946,996.330	0.004	0.00265
08/06/2015	223,642.792	8,946,934.155	0.016	223,644.990	8,946,955.264	0.012	223,642.723	8,946,977.210	0.079	223,632.778	8,946,996.328	0.019	0.03158
15/06/2015	223,642.800	8,946,934.156	0.003	223,644.994	8,946,955.266	0.001	223,642.696	8,946,977.206	0.007	223,632.777	8,946,996.327	0.001	0.00312
22/06/2015	223,642.802	8,946,934.158	0.002	223,644.990	8,946,955.263	0.005	223,642.698	8,946,977.205	0.002	223,632.790	8,946,996.330	0.016	0.00625
29/06/2015	223,642.803	8,946,934.159	0.028	223,644.994	8,946,955.264	0.012	223,642.701	8,946,977.207	0.004	223,632.782	8,946,996.329	0.022	0.01657
06/07/2015	223,642.794	8,946,934.155	0.003	223,644.995	8,946,955.264	0.001	223,642.700	8,946,977.205	0.007	223,632.787	8,946,996.333	0.021	0.00796
13/07/2015	223,642.798	8,946,934.157	0.004	223,644.994	8,946,955.263	0.001	223,642.702	8,946,977.209	0.005	223,632.791	8,946,996.339	0.013	0.00585
20/07/2015	223,642.800	8,946,934.156	0.006	223,644.996	8,946,955.265	0.001	223,642.701	8,946,977.207	0.005	223,632.795	8,946,996.347	0.012	0.00605
27/07/2015	223,642.801	8,946,934.156	0.002	223,644.994	8,946,955.262	0.001	223,642.688	8,946,977.205	0.049	223,632.796	8,946,996.350	0.065	0.02947
03/08/2015	223,642.775	8,946,934.154	0.028	223,644.982	8,946,955.260	0.012	223,642.697	8,946,977.206	0.020	223,632.802	8,946,996.352	0.046	0.02664
10/08/2015	223,642.781	8,946,934.155	0.027	223,644.979	8,946,955.260	0.011	223,642.723	8,946,977.210	0.007	223,632.776	8,946,996.337	0.029	0.01844
17/08/2015	223,642.795	8,946,934.155	0.008	223,644.986	8,946,955.261	0.010	223,642.724	8,946,977.211	0.002	223,632.780	8,946,996.338	0.005	0.00619
24/08/2015	223,642.803	8,946,934.157	0.005	223,644.994	8,946,955.262	0.004	223,642.717	8,946,977.209	0.014	223,632.782	8,946,996.340	0.046	0.01726
31/08/2015	223,642.794	8,946,934.155	0.006	223,644.995	8,946,955.262	0.001	223,642.696	8,946,977.206	0.002	223,632.780	8,946,996.333	0.002	0.00281
07/09/2015	223,642.797	8,946,934.156	0.003	223,644.992	8,946,955.261	0.002	223,642.729	8,946,977.211	0.015	223,632.791	8,946,996.334	0.043	0.01596

DATOS DE LAS VARIABLES - PRUEBA

Contenido de Humedad, Densidad, Permeabilidad

(w, ρ, K)

FECHA	CONTENIDO DE HUMEDAD (w) %	PERMEABILIDAD (K) cm/seg	DENSIDAD (ρ) gr/cm3
02/02/2015	23.10	0.0040879	1.697
09/02/2015	11.46	0.0028835	1.961
16/02/2015	12.75	0.0025509	1.460
23/02/2015	13.97	0.0031131	1.834
02/03/2015	12.20	0.0029150	1.950
09/03/2015	12.79	0.0029621	1.876
16/03/2015	12.38	0.0024769	1.417
23/03/2015	20.70	0.0034275	1.755
30/03/2015	17.93	0.0031980	1.791
06/04/2015	13.03	0.0030093	1.856
13/04/2015	13.18	0.0030879	1.843
20/04/2015	12.33	0.0024669	1.412
27/04/2015	16.12	0.0031728	1.792
04/05/2015	13.95	0.0031014	1.838
11/05/2015	20.11	0.0033017	1.768
18/05/2015	11.73	0.0023468	1.343
25/05/2015	12.57	0.0029181	1.905
01/06/2015	12.42	0.0029165	1.930
08/06/2015	22.25	0.0040187	1.726
15/06/2015	13.16	0.0030627	1.843
22/06/2015	11.64	0.0023288	1.333
29/06/2015	18.85	0.0032227	1.786
06/07/2015	14.23	0.0031382	1.806
13/07/2015	10.90	0.0021808	1.248
20/07/2015	14.01	0.0031309	1.816
27/07/2015	21.70	0.0036162	1.752
03/08/2015	21.25	0.0035492	1.755
10/08/2015	19.96	0.0032923	1.777
17/08/2015	11.53	0.0023068	1.320
24/08/2015	18.91	0.0032703	1.786
31/08/2015	13.16	0.0030219	1.845
07/09/2015	18.48	0.0032118	1.789

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Kg	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
23/01/2015	AT1-SW2	129.00	965.00	124,485.00	**991.32**
	PK3	106.00	1,380.00	146,280.00	
	CR5	53.00	2,400.00	127,200.00	
	MN6	8.00	3,300.00	26,400.00	
	2EO	5.00	18,000.00	90,000.00	
	2EC	3.00	17,000.00	51,000.00	
	3EC	4.00	23,000.00	92,000.00	
	T2S1	3.00	28,000.00	84,000.00	
	T2S2	4.00	37,000.00	148,000.00	
24/01/2015	AT1-SW2	97.00	965.00	93,605.00	**255.90**
	PK3	29.00	1,380.00	40,020.00	
	CR5	24.00	2,400.00	57,600.00	
	MN6	1.00	3,300.00	3,300.00	
	2EO	1.00	18,000.00	18,000.00	
	2EC	1.00	17,000.00	17,000.00	
05/02/2015	AT1-SW2	125.00	965.00	120,625.00	**636.31**
	PK3	85.00	1,380.00	117,300.00	
	CR5	65.00	2,400.00	156,000.00	
	MN6	5.00	3,300.00	16,500.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	3.00	17,000.00	51,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
	T2S2	1.00	37,000.00	37,000.00	
06/02/2015	AT1-SW2	76.00	965.00	73,340.00	**705.77**
	PK3	58.00	1,380.00	80,040.00	
	CR5	45.00	2,400.00	108,000.00	
	MN6	8.00	3,300.00	26,400.00	
	2EO	4.00	18,000.00	72,000.00	
	4EO	3.00	30,000.00	90,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	4.00	23,000.00	92,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
21/02/2015	AT1-SW2	83.00	965.00	80,095.00	**257.34**
	PK3	61.00	1,380.00	84,180.00	
	CR5	19.00	2,400.00	45,600.00	
	MN6	4.00	3,300.00	13,200.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
22/02/2015	AT1-SW2	93.00	965.00	89,745.00	**376.66**
	PK3	68.00	1,380.00	93,840.00	
	CR5	25.00	2,400.00	60,000.00	
	MN6	6.00	3,300.00	19,800.00	
	2EC	5.00	17,000.00	85,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Kg	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
04/03/2015	AT1-SW2	122.00	965.00	117,730.00	**617.84**
	PK3	88.00	1,380.00	121,440.00	
	CR5	64.00	2,400.00	153,600.00	
	MN6	4.00	3,300.00	13,200.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	1.00	17,000.00	17,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
05/03/2015	AT1-SW2	106.00	965.00	102,290.00	**960.10**
	PK3	95.00	1,380.00	131,100.00	
	CR5	53.00	2,400.00	127,200.00	
	MN6	9.00	3,300.00	29,700.00	
	2EO	3.00	18,000.00	54,000.00	
	3EO	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EO	3.00	30,000.00	90,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EC	2.00	30,000.00	60,000.00	
	T2S1	3.00	28,000.00	84,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
	T2S3	2.00	41,000.00	82,000.00	
20/03/2015	AT1-SW2	139.00	965.00	134,135.00	**904.43**
	PK3	115.00	1,380.00	158,700.00	
	CR5	58.00	2,400.00	139,200.00	
	MN6	9.00	3,300.00	29,700.00	
	2EO	6.00	18,000.00	108,000.00	
	2EC	5.00	17,000.00	85,000.00	
	3EC	4.00	23,000.00	92,000.00	
	T2S1	3.00	28,000.00	84,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
21/03/2015	AT1-SW2	121.00	965.00	116,765.00	**503.38**
	PK3	68.00	1,380.00	93,840.00	
	CR5	28.00	2,400.00	67,200.00	
	MN6	4.00	3,300.00	13,200.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	6.00	17,000.00	102,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
02/04/2015	AT1-SW2	130.00	965.00	125,450.00	**661.89**
	PK3	112.00	1,380.00	154,560.00	
	CR5	52.00	2,400.00	124,800.00	
	MN6	5.00	3,300.00	16,500.00	
	2EO	3.00	18,000.00	54,000.00	
	3EO	2.00	23,000.00	46,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EC	2.00	30,000.00	60,000.00	

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Kg	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
03/04/2015	AT1-SW2	116.00	965.00	111,940.00	**615.35**
	PK3	88.00	1,380.00	121,440.00	
	CR5	64.00	2,400.00	153,600.00	
	MN6	5.00	3,300.00	16,500.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	1.00	17,000.00	17,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
16/04/2015	AT1-SW2	139.00	965.00	134,135.00	**864.42**
	PK3	84.00	1,380.00	115,920.00	
	CR5	48.00	2,400.00	115,200.00	
	MN6	33.00	3,300.00	108,900.00	
	2EO	2.00	19,000.00	38,000.00	
	3EO	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EO	2.00	30,000.00	60,000.00	
	2EC	3.00	17,000.00	51,000.00	
	3EC	1.00	23,000.00	23,000.00	
	4EC	2.00	30,000.00	60,000.00	
	T2S1	4.00	28,000.00	112,000.00	
17/04/2016	AT1-SW2	137.00	965.00	132,205.00	**684.95**
	PK3	82.00	1,380.00	113,160.00	
	CR5	55.00	2,400.00	132,000.00	
	MN6	2.00	3,300.00	6,600.00	
	3EO	3.00	23,000.00	69,000.00	
	2EC	8.00	17,000.00	136,000.00	
	T3S3	2.00	48,000.00	96,000.00	
29/04/2015	AT1-SW2	118.00	965.00	113,870.00	**930.88**
	PK3	99.00	1,380.00	136,620.00	
	CR5	82.00	2,400.00	196,800.00	
	MN6	31.00	3,300.00	102,300.00	
	2EO	3.00	19,000.00	57,000.00	
	3EO	4.00	23,000.00	92,000.00	
	2EC	3.00	17,000.00	51,000.00	
	3EC	3.00	23,000.00	69,000.00	
	T2S1	4.00	28,000.00	112,000.00	
30/04/2015	AT1-SW2	114.00	965.00	110,010.00	**585.40**
	PK3	88.00	1,380.00	121,440.00	
	CR5	64.00	2,400.00	153,600.00	
	MN6	5.00	3,300.00	16,500.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	1.00	17,000.00	17,000.00	
	3EC	1.00	23,000.00	23,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
16/05/2015	AT1-SW2	101.00	965.00	97,465.00	**358.46**
	PK3	67.00	1,380.00	92,460.00	
	CR5	19.00	2,400.00	45,600.00	
	MN6	3.00	3,300.00	9,900.00	
	2EC	5.00	17,000.00	85,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Kg	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
17/05/2015	AT1-SW2	93.00	965.00	89,745.00	**290.33**
	PK3	58.00	1,380.00	80,040.00	
	CR5	18.00	2,400.00	43,200.00	
	MN6	3.00	3,300.00	9,900.00	
	2EC	4.00	17,000.00	68,000.00	
27/05/2015	AT1-SW2	115.00	965.00	110,975.00	**970.72**
	PK3	78.00	1,380.00	107,640.00	
	CR5	67.00	2,400.00	160,800.00	
	MN6	27.00	3,300.00	89,100.00	
	2EO	12.00	18,000.00	216,000.00	
	4EO	5.00	30,000.00	150,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
28/05/2015	AT1-SW2	108.00	965.00	104,220.00	**649.38**
	PK3	97.00	1,380.00	133,860.00	
	CR5	48.00	2,400.00	115,200.00	
	MN6	13.00	3,300.00	42,900.00	
	2EO	4.00	18,000.00	72,000.00	
	2EC	3.00	17,000.00	51,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	T2S1	3.00	28,000.00	84,000.00	
10/06/2015	AT1-SW2	126.00	965.00	121,590.00	**580.91**
	PK3	84.00	1,380.00	115,920.00	
	CR5	61.00	2,400.00	146,400.00	
	MN6	5.00	3,300.00	16,500.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	1.00	17,000.00	17,000.00	
	3EC	1.00	23,000.00	23,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
11/06/2015	AT1-SW2	120.00	965.00	115,800.00	**922.92**
	PK3	104.00	1,380.00	143,520.00	
	CR5	54.00	2,400.00	129,600.00	
	MN6	12.00	3,300.00	39,600.00	
	2EO	3.00	18,000.00	54,000.00	
	3EO	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EO	2.00	30,000.00	60,000.00	
	2EC	4.00	17,000.00	68,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EC	3.00	30,000.00	90,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
26/06/2015	AT1-SW2	107.00	965.00	103,255.00	**771.89**
	PK3	98.00	1,380.00	135,240.00	
	CR5	45.00	2,400.00	108,000.00	
	MN6	38.00	3,300.00	125,400.00	
	2EO	5.00	18,000.00	90,000.00	
	3EO	3.00	23,000.00	69,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EC	2.00	30,000.00	60,000.00	

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Kg	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
27/06/2015	AT1-SW2	106.00	965.00	102,290.00	**543.98**
	PK3	79.00	1,380.00	109,020.00	
	CR5	58.00	2,400.00	139,200.00	
	MN6	5.00	3,300.00	16,500.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	1.00	17,000.00	17,000.00	
	3EC	1.00	23,000.00	23,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
09/07/2015	AT1-SW2	124.00	965.00	119,660.00	**753.38**
	PK3	94.00	1,380.00	129,720.00	
	CR5	56.00	2,400.00	134,400.00	
	MN6	2.00	3,300.00	6,600.00	
	3EO	3.00	23,000.00	69,000.00	
	2EC	6.00	17,000.00	102,000.00	
	T3S3	4.00	48,000.00	192,000.00	
10/07/2015	AT1-SW2	114.00	965.00	110,010.00	**965.45**
	PK3	99.00	1,380.00	136,620.00	
	CR5	81.00	2,400.00	194,400.00	
	MN6	39.00	3,300.00	128,700.00	
	2EO	4.00	18,000.00	72,000.00	
	3EO	4.00	23,000.00	92,000.00	
	2EC	3.00	17,000.00	51,000.00	
	3EC	3.00	23,000.00	69,000.00	
	T2S1	4.00	28,000.00	112,000.00	
22/07/2015	AT1-SW2	106.00	965.00	102,290.00	**960.74**
	PK3	94.00	1,380.00	129,720.00	
	CR5	76.00	2,400.00	182,400.00	
	MN6	36.00	3,300.00	118,800.00	
	2EO	4.00	18,000.00	72,000.00	
	3EO	3.00	23,000.00	69,000.00	
	2EC	3.00	17,000.00	51,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EC	2.00	30,000.00	60,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
23/07/2015	AT1-SW2	114.00	965.00	110,010.00	**926.02**
	PK3	92.00	1,380.00	126,960.00	
	CR5	73.00	2,400.00	175,200.00	
	MN6	44.00	3,300.00	145,200.00	
	2EO	4.00	18,000.00	72,000.00	
	3EO	4.00	23,000.00	92,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	3.00	23,000.00	69,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
06/08/2015	AT1-SW2	112.00	965.00	108,080.00	**575.42**
	PK3	82.00	1,380.00	113,160.00	
	CR5	63.00	2,400.00	151,200.00	
	MN6	7.00	3,300.00	23,100.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	1.00	17,000.00	17,000.00	
	3EC	1.00	23,000.00	23,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Kg	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
07/08/2015	AT1-SW2	127.00	965.00	122,555.00	**922.92**
	PK3	99.00	1,380.00	136,620.00	
	CR5	54.00	2,400.00	129,600.00	
	MN6	21.00	3,300.00	69,300.00	
	2EO	3.00	18,000.00	54,000.00	
	3EO	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EO	2.00	30,000.00	60,000.00	
	2EC	4.00	17,000.00	68,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EC	2.00	30,000.00	60,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
20/08/2015	AT1-SW2	102.00	965.00	98,430.00	**609.08**
	PK3	87.00	1,380.00	120,060.00	
	CR5	67.00	2,400.00	160,800.00	
	MN6	11.00	3,300.00	36,300.00	
	2EO	3.00	18,000.00	54,000.00	
	3EO	2.00	23,000.00	46,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	1.00	23,000.00	23,000.00	
	T2S2	1.00	37,000.00	37,000.00	
21/08/2015	AT1-SW2	134.00	965.00	129,310.00	**911.10**
	PK3	132.00	1,380.00	182,160.00	
	CR5	62.00	2,400.00	148,800.00	
	MN6	22.00	3,300.00	72,600.00	
	2EO	3.00	18,000.00	54,000.00	
	3EO	3.00	23,000.00	69,000.00	
	4EO	2.00	30,000.00	60,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	4EC	2.00	30,000.00	60,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	

HOJAS DE CÁLCULO

POST PRUEBA

DATOS PROCESADOS - POST PRUEBA

Variable Desplazamiento

(I)

FECHA	D			E			F			G			DESPLAZAMIENTO (I) m/día
	E	N	Magnitud	E	N	Magnitud	E	N	Magnitud	E	N	Magnitud	
14/09/2015	223,642.794	8,946,934.155	0.002	223,644.991	8,946,955.260	0.001	223,642.730	8,946,977.212	0.005	223,632.807	8,946,996.340	0.031	0.00987
21/09/2015	223,642.797	8,946,934.159	0.004	223,644.992	8,946,955.261	0.001	223,642.729	8,946,977.211	0.003	223,632.800	8,946,996.335	0.003	0.00275
28/09/2015	223,642.798	8,946,934.160	0.001	223,644.993	8,946,955.262	0.001	223,642.737	8,946,977.212	0.008	223,632.769	8,946,996.334	0.039	0.01247
05/10/2015	223,642.797	8,946,934.157	0.005	223,644.994	8,946,955.263	0.001	223,642.689	8,946,977.205	0.065	223,632.796	8,946,996.336	0.024	0.02366
12/10/2015	223,642.800	8,946,934.159	0.008	223,644.993	8,946,955.261	0.009	223,642.693	8,946,977.206	0.010	223,632.799	8,946,996.336	0.009	0.00908
19/10/2015	223,642.808	8,946,934.159	0.027	223,644.998	8,946,955.264	0.019	223,642.703	8,946,977.207	0.020	223,632.802	8,946,996.337	0.029	0.02379
26/10/2015	223,642.806	8,946,934.156	0.003	223,644.996	8,946,955.262	0.002	223,642.704	8,946,977.208	0.010	223,632.801	8,946,996.336	0.018	0.00822
02/11/2015	223,642.808	8,946,934.157	0.002	223,644.995	8,946,955.261	0.003	223,642.708	8,946,977.210	0.005	223,632.800	8,946,996.329	0.013	0.00583
09/11/2015	223,642.800	8,946,934.155	0.005	223,644.997	8,946,955.263	0.003	223,642.712	8,946,977.211	0.010	223,632.790	8,946,996.328	0.014	0.00804
16/11/2015	223,642.795	8,946,934.154	0.005	223,644.994	8,946,955.262	0.002	223,642.711	8,946,977.208	0.015	223,632.782	8,946,996.325	0.014	0.00911
23/11/2015	223,642.798	8,946,934.158	0.005	223,644.998	8,946,955.264	0.004	223,642.717	8,946,977.210	0.012	223,632.785	8,946,996.332	0.027	0.01204
30/11/2015	223,642.801	8,946,934.158	0.004	223,644.994	8,946,955.262	0.008	223,642.715	8,946,977.209	0.010	223,632.795	8,946,996.336	0.008	0.00744
07/12/2015	223,642.808	8,946,934.160	0.016	223,644.990	8,946,955.261	0.004	223,642.716	8,946,977.212	0.007	223,632.802	8,946,996.341	0.007	0.00845
14/12/2015	223,642.800	8,946,934.158	0.008	223,644.993	8,946,955.262	0.005	223,642.710	8,946,977.208	0.010	223,632.800	8,946,996.330	0.008	0.00774
21/12/2015	223,642.797	8,946,934.156	0.002	223,644.995	8,946,955.262	0.001	223,642.694	8,946,977.206	0.022	223,632.795	8,946,996.328	0.014	0.00988

DATOS DE LAS VARIABLES - POST PRUEBA

Contenido de Humedad, Densidad, Permeabilidad

(w, , K)

FECHA	CONTENIDO DE HUMEDAD (w) %	PERMEABILIDAD (K) cm/seg	DENSIDAD (ρ) gr/cm3
14/09/2015	15.80	0.0031562	1.795
21/09/2015	12.90	0.0029653	1.863
28/09/2015	16.84	0.0031873	1.791
05/10/2015	20.31	0.0033772	1.768
12/10/2015	15.73	0.0031471	1.792
19/10/2015	20.33	0.0034181	1.768
26/10/2015	15.30	0.0030611	1.752
02/11/2015	10.85	0.0021708	1.242
09/11/2015	14.97	0.0029950	1.714
16/11/2015	15.78	0.0031571	1.798
23/11/2015	16.26	0.0030775	1.729
30/11/2015	13.86	0.0027730	1.587
07/12/2015	15.74	0.0031445	1.802
14/12/2015	14.41	0.0028830	1.650
21/12/2015	15.82	0.0031602	1.797

DATOS PROCESADOS - POST PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Kg	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
11/09/2015	AT1-SW2	140.00	965.00	135,100.00	**843.09**
	PK3	101.00	1,380.00	139,380.00	
	CR5	85.00	2,400.00	204,000.00	
	MN6	16.00	3,300.00	52,800.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	3EO	4.00	23,000.00	92,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	1.00	37,000.00	37,000.00	
12/09/2015	AT1-SW2	108.00	965.00	104,220.00	**492.01**
	PK3	58.00	1,380.00	80,040.00	
	CR5	36.00	2,400.00	86,400.00	
	MN6	3.00	3,300.00	9,900.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	6.00	17,000.00	102,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
24/09/2015	AT1-SW2	142.00	965.00	137,030.00	**896.04**
	PK3	130.00	1,380.00	179,400.00	
	CR5	61.00	2,400.00	146,400.00	
	MN6	14.00	3,300.00	46,200.00	
	2EO	4.00	18,000.00	72,000.00	
	3EO	3.00	23,000.00	69,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	6.00	23,000.00	138,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
25/09/2015	AT1-SW2	124.00	965.00	119,660.00	**934.28**
	PK3	98.00	1,380.00	135,240.00	
	CR5	69.00	2,400.00	165,600.00	
	MN6	18.00	3,300.00	59,400.00	
	2EO	6.00	18,000.00	108,000.00	
	4EO	4.00	30,000.00	120,000.00	
	2EC	3.00	17,000.00	51,000.00	
	3EC	2.00	23,000.00	46,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
07/10/2015	AT1-SW2	140.00	965.00	135,100.00	**785.03**
	PK3	88.00	1,380.00	121,440.00	
	CR5	60.00	2,400.00	144,000.00	
	MN6	7.00	3,300.00	23,100.00	
	2EO	4.00	18,000.00	72,000.00	
	2EC	5.00	17,000.00	85,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	

DATOS PROCESADOS - POST PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Kg	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
08/10/2015	AT1-SW2	101.00	965.00	97,465.00	**950.50**
	PK3	85.00	1,380.00	117,300.00	
	CR5	49.00	2,400.00	117,600.00	
	MN6	37.00	3,300.00	122,100.00	
	2EO	11.00	18,000.00	198,000.00	
	4EO	5.00	30,000.00	150,000.00	
	2EC	3.00	17,000.00	51,000.00	
	3EC	3.00	23,000.00	69,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
23/10/2015	AT1-SW2	141.00	965.00	136,065.00	**763.57**
	PK3	85.00	1,380.00	117,300.00	
	CR5	54.00	2,400.00	129,600.00	
	MN6	7.00	3,300.00	23,100.00	
	2EO	4.00	18,000.00	72,000.00	
	2EC	5.00	17,000.00	85,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
24/10/2015	AT1-SW2	113.00	965.00	109,045.00	**541.49**
	PK3	77.00	1,380.00	106,260.00	
	CR5	55.00	2,400.00	132,000.00	
	MN6	6.00	3,300.00	19,800.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	1.00	17,000.00	17,000.00	
	3EC	1.00	23,000.00	23,000.00	
	T2S1	1.00	28,000.00	28,000.00	
05/11/2015	AT1-SW2	145.00	965.00	139,925.00	**747.10**
	PK3	95.00	1,380.00	131,100.00	
	CR5	72.00	2,400.00	172,800.00	
	MN6	8.00	3,300.00	26,400.00	
	2EO	6.00	18,000.00	108,000.00	
	2EC	5.00	17,000.00	85,000.00	
	T2S1	3.00	28,000.00	84,000.00	
06/11/2015	AT1-SW2	138.00	965.00	133,170.00	**844.16**
	PK3	139.00	1,380.00	191,820.00	
	CR5	69.00	2,400.00	165,600.00	
	MN6	18.00	3,300.00	59,400.00	
	2EO	6.00	18,000.00	108,000.00	
	2EC	6.00	17,000.00	102,000.00	
	T2S1	3.00	28,000.00	84,000.00	
19/11/2015	AT1-SW2	117.00	965.00	112,905.00	**867.63**
	PK3	103.00	1,380.00	142,140.00	
	CR5	84.00	2,400.00	201,600.00	
	MN6	15.00	3,300.00	49,500.00	
	2EO	9.00	18,000.00	162,000.00	
	3EO	3.00	23,000.00	69,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	

DATOS PROCESADOS - POST PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Kg	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
20/11/2015	AT1-SW2	98.00	965.00	94,570.00	**691.70**
	PK3	78.00	1,380.00	107,640.00	
	CR5	63.00	2,400.00	151,200.00	
	MN6	10.00	3,300.00	33,000.00	
	2EO	4.00	18,000.00	72,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	3.00	23,000.00	69,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
02/12/2015	AT1-SW2	104.00	965.00	100,360.00	**744.68**
	PK3	94.00	1,380.00	129,720.00	
	CR5	38.00	2,400.00	91,200.00	
	MN6	8.00	3,300.00	26,400.00	
	2EO	5.00	18,000.00	90,000.00	
	2EC	5.00	17,000.00	85,000.00	
	3EC	4.00	23,000.00	92,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
03/12/2015	AT1-SW2	123.00	965.00	118,695.00	**719.15**
	PK3	87.00	1,380.00	120,060.00	
	CR5	67.00	2,400.00	160,800.00	
	MN6	5.00	3,300.00	16,500.00	
	2EO	2.00	18,000.00	36,000.00	
	2EC	2.00	17,000.00	34,000.00	
	3EC	1.00	28,000.00	28,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	
	T2S2	2.00	37,000.00	74,000.00	
04/12/2015	AT1-SW2	138.00	965.00	133,170.00	**844.16**
	PK3	141.00	1,380.00	194,580.00	
	CR5	88.00	2,400.00	211,200.00	
	MN6	12.00	3,300.00	39,600.00	
	2EO	6.00	18,000.00	108,000.00	
	2EC	6.00	17,000.00	102,000.00	
	T2S1	2.00	28,000.00	56,000.00	

PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO

Foto N° 01. Ubicación de puntos de monitoreo topográfico en tramo 0+840 a 0+980

Foto N° 02. Ubicación de puntos de monitoreo topográfico en tramo 0+840 a 0+980

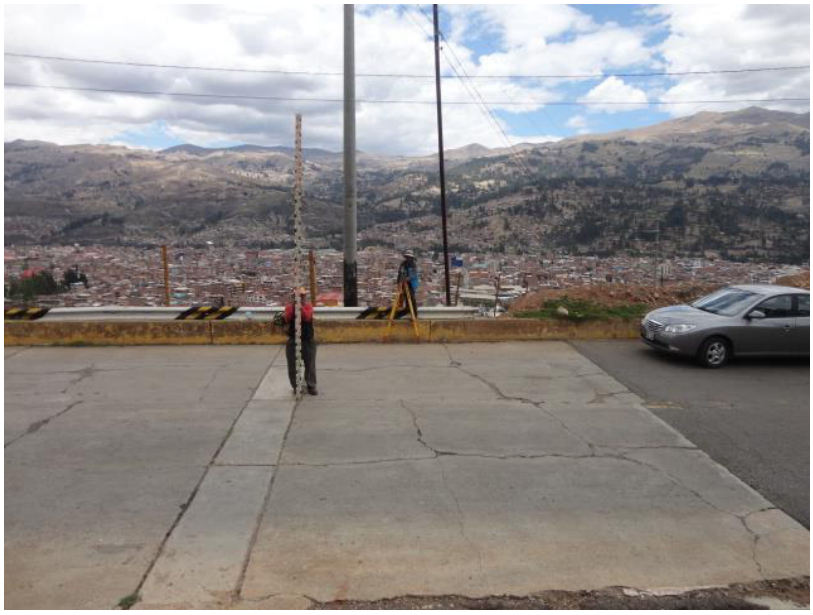


Foto N° 03. Control Topográfico del tramo 0+840 a 0+980

Foto N° 04. Control Topográfico del tramo 0+840 a 0+980

Foto N° 05. Excavación de Calicata para toma de datos del contenido de humedad, densidad y permeabilidad del suelo.

Foto N° 06. Calicata para toma de datos del contenido de humedad, densidad y permeabilidad del suelo.

Foto N° 07. Conteo de tráfico. Vehículo tipo AT1.

Foto N° 08. Conteo de tráfico. Vehículo tipo PK3.

Foto N° 09. Conteo de tráfico. Vehículo tipo CR5.

Foto N° 10. Conteo de tráfico. Vehículo tipo 2EC.